

## Anlage 11

### Beispielanwendung 1

#### Darmstadt (A 45): Neckarstraße –Heidelberger Straße – Hügelstraße

#### 1 Datenquellen und Durchführung

Es wurden die folgenden Datenquellen genutzt:

##### Grundinformationen Grundlage:

Schritte 2.1, 2.2  
und 2.3

- signaltechnische Unterlagen
- Unterlagen zur Koordinierungsplanung Neckarstraße – Heidelberger Straße
- Unterlagen zur makroskopischen Steuerung (Programmschaltzeiten)
- weitere allgemeine Planungsgrundlagen und verkehrstechnische Unterlagen der Stadt Darmstadt (ÖV-Netz und Fahrplan, Radverkehrsnetz, Schulwegeplan, Allgemeine Festlegungen zur anforderungsabhängigen Steuerung von Fußgängern in Darmstadt)
- mündliche Informationen von Mitarbeitern der Abteilung Tiefbau des Straßenverkehrsamts Darmstadt

Ergebnisse aktueller Verkehrserhebungen liegen für den Knotenpunkt nicht vor.

##### Unfalldaten

Schritt 2.4 und 2.5

Grundlage:

- standardisierte Unfalldatensätze (gemäß Abschnitt 3.4.1.3) der Jahre 1995 bis 2000
- gefertigte Unfalldiagramme der polizeilichen Unfallpunktbearbeitung der Jahre 1995 bis 2000
- Protokolle der polizeilichen Unfallererfassung der Jahre 2002 und 2003

Für die örtliche Unfallanalyse wurde die aus einem Vorprojekt vorliegende Auswertung der standardisierten Unfalldatensätze der Jahre 1995 bis 1999 genutzt. Sie wurde ergänzt durch die Auswertung der Datensätze für 2000. Die Informationen der Erfassungsprotokolle der Jahre 2002 und 2003 wurden zunächst in standardisierte Unfalldatensätze übertragen, die in gleicher Weise ausgewertet wurden. Die Unfalldatensätze sind in der elektronischen Unfalldatenbank gespeichert.

Grundlage der erweiterten örtlichen Unfallanalyse sind die gefertigten Unfalldiagramme der polizeilichen Unfallpunktbearbeitung der Jahre 1995 bis 1999 sowie eigene erstellte Skizzen für die Jahre 2000, 2002 und 2003.

Hinweis: Wegen eines Wechsels in der Zuständigkeit der Unfallpunktbearbeitung liegen für das Jahr 2001 keine Erfassungsprotokolle und Unfalldiagramme vor. Die Daten konnten für die Untersuchung nicht zugänglich gemacht werden.

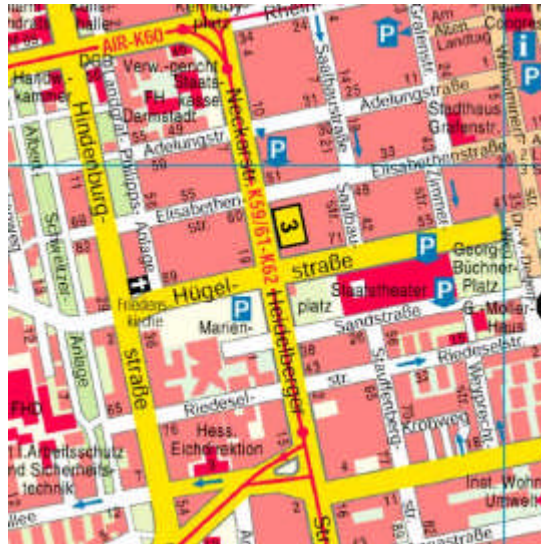
<b>Prozessdaten</b>	<p>Grundlage:</p> <p>Datenmitschrift im Steuergerät im Zeitraum vom 01. bis 05.04.2004 (Donnerstag bis Montag, 4 Tage).</p> <p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ geschaltetes Programm,</li> <li>➤ laufende Phase / Phasenübergang</li> <li>➤ aktuelle Sekunde im Umlauf</li> <li>➤ Signalisierungszustände</li> <li>➤ Belegungszustände der Detektoren des MIV sowie des ÖV.</li> </ul> <p>Aus Gründen der Datenübergabekapazität wurde auf die Aufzeichnung des Signalisierungszustands zweier regelmäßig in festen Phasen freigegebener Signalgruppen verzichtet, da dieser im Nachgang rekonstruiert werden kann. Die Mitschrift der Detektoreninformationen beinhaltet den Anforderungs- oder Belegungszustand der Detektoren gesondert, d. h. eine gespeicherte Anforderung wird bis zur Löschung aufgezeichnet; eine Belegung des Detektors wird durch ein besonderes Merkmal aufgezeichnet.</p> <p>Hinweis: Aus technischen Gründen war es nicht möglich, zeitgleich mit den Detektorzuständen auch Detektorzählwerte in hochaufgelöster Form aufzuzeichnen. Die Detektorzählwerte werden über gesonderte Ausgabekanäle in aggregierter Form an den Verkehrsrechner übergeben und können von diesem in Fünf-Minuten-Intervallen gespeichert und ausgegeben werden. Die gespeicherten Detektorzählwerte wurden für einen Zweiwochenzeitraum, der den Aufzeichnungszeitraum der Prozessdaten umfasst, nachträglich ausgelesen.</p>
<b>Betriebsdaten</b>	<p>Betriebsdaten lagen für den Knotenpunkt nicht vor, das Störungshandbuch ist nicht verfügbar.</p> <p>Schritt 2.7</p> <p>Automatische Betriebsstörungsmeldungen der Lichtsignalanlage werden in einem Ringspeicher abgelegt, der eine festgelegte Anzahl von ca. 20 Störungsmeldungen, unabhängig vom Zeitraum ihres Auftretens, abgelegt und von neuen Störungsmeldungen stets überschrieben wird. Der Ringspeicher war zum Zeitpunkt der Abfrage leer.</p> <p>Die regelmäßigen Betriebsmeldungen (Umschaltzeiten von Programmen) werden nicht gespeichert, sondern in Form eines schriftlichen Protokolls für alle Lichtsignalanlagen ausgegeben. Einzelne Lichtsignalanlagen können hierbei nicht selektiert werden, so dass die händische Auswertung dieser Daten über einen langen Untersuchungszeitraum sehr aufwändig ist.</p> <p>Nach Aussagen verantwortlicher Mitarbeiter liegen keine Kenntnisse über aufgetretene Betriebsstörungen der Lichtsignalanlage vor, die Anlage läuft zuverlässig.</p> <p>Nach dem kürzlich erfolgten Anschluss der Lichtsignalanlage an einen neuen zentralen Betriebsführungsrechner ist künftig die vollständige und dauerhafte Speicherung der Betriebsdaten vorgesehen.</p>
<b>Informationen aus örtlichen Beobachtungen</b>	<p>Schritte 2.8, 2.9 und 2.10</p> <p>Die Inspektion der Gestaltung des Knotenpunkts sowie die Beobachtung des Verkehrsablaufs wurde an vier Terminen vorgenommen. Dabei wurde der Verkehrsablauf jeweils an einem Werktag zur Hauptverkehrszeit morgens (01.04.2004, 7:30 bis 9:00 Uhr) und nachmittags (30.03.2004, 15:45 bis 17:15 Uhr) sowie zur Normalverkehrszeit (02.04.2004, 14:00 bis 15:30 Uhr) beobachtet.</p> <p>Bei der Beobachtung kam das Inspektions- und Beobachtungsprotokoll gemäß der <b>Anlage 6</b> zum Einsatz.</p>

## 2 Darstellung und Qualitätsanalyse

### 2.1 Systemdarstellung und Bewertung der Prozessqualität

#### 2.1.1 Städtebauliche und planerische Randbedingungen

##### Ortslage und Umfeld



Der Knotenpunkt befindet sich innerorts in Randlage zum Kernbereich. Im nördlichen Bereich grenzt geschlossene Blockrandbebauung an die Straßenzüge an, allerdings befindet sich im nordwestlichen Quadranten eine Tankstelle. Im südwestlichen Quadranten befindet sich eine große nicht bebaute Fläche, die provisorisch als Großparkplatz genutzt wird. Im südöstlichen Quadranten befindet sich zurückgesetzt der massive Baukörper des Staatstheaters.

**Bild 1:** Lage im Netz;  
Quelle: Stadt Darmstadt, 2000.

##### Verkehrsrelevante Einrichtungen im Umfeld

Staatstheater: direkt an den Knotenpunkt angrenzend (Quadrant SO):  
Zeitweilig hohes Fußgängeraufkommen

Tankstelle: direkt an den Knotenpunkt angrenzend (Quadrant NW): Zufahrten von der Neckarstraße-Nord und der Hängelstraße-West, jeweils in unmittelbaren Zufahrtsbereich (Rückstauzone)

Großparkplatz (Quadrant SW): nicht direkt von den Zufahrten erschlossen; ein Zugang schließt jedoch direkt an die Fußgängerfurten an.

##### Netzfunktion

Der Streckenzug Neckarstraße – Heidelberger Straße ist eine Hauptverkehrsstraße. Sie ist Teil des Verlaufs der Bundesstraße 3 und nimmt eine regionale Verbindungsfunktion an das Stadtzentrum von Darmstadt wahr. Die Hängelstraße-Ost ist ebenfalls als Hauptverkehrsstraße einzuordnen, da sie der Anbindung an eine regionale Straßenverbindung dient (B 26). Die Über-Eck-Verbindung von der Neckarstraße-Nord in die Hängelstraße-Ost übernimmt eine Entlastungsfunktion für den Cityring.

Bei der Hängelstraße-Ost handelt es sich um eine Hauptsammelstraße (Straßenkategorien nach RAS-N, FGSV 1998).

##### Verkehrsaufkommen

Die größten Verkehrsstärken treten entlang der Neckarstraße – Heidelberger Straße auf. Starke Abbiegeströme sind die Linksabbieger aus der Neckarstraße-Nord und aus der Hängelstraße-Ost.

Eine Mitschrift der Detektorwerte ergab für die einzelnen Verkehrsströme die in der Tabelle dargestellten Verkehrsstärken für den Kraftfahrzeugverkehr (gemittelte Werte der Werktag Dienstag bis Donnerstag).

Im ÖV verkehren Straßenbahnen der HEAG, Linien 1, 7 und 8., planmäßig über den Knotenpunkt. Während der Hauptverkehrszeiten besteht jeweils ein 30-Minuten-Takt. Es ergeben sich die folgenden Verkehrsstärken.

Zufahrt / Strom	HVZ vormittags MIV [Fz/h]	HVZ nachmittags MIV [Fz/h]	HVZ vormittags ÖV [Fz/h]	HVZ nachmittags ÖV [Fz/h]
A (Nord) 1	262	414	---	---
A (Nord) 2	238	426	6	6
A (Nord) 3	110	209	---	---
B (Ost) 4 B (Ost) 5	215	260	---	---
B (Ost) 6	114	322	---	---
C (Süd) 7	n.v.	n.v.	---	---
C (Süd) 8	976	994	6	6
C (Süd) 9	207	172	---	---
D (West) 10	117	193	---	---
D (West) 11	213	346	---	---
D (West) 12	80	93	---	---

Zählwerte für den Fußgängerverkehr und den Radverkehr liegen nicht vor. Für beide Gruppen wurde ein mäßiges Aufkommen beobachtet.

## 2.1.2 Knotenpunktentwurf

### Fahrraumgestaltung

Linienführung und Sichtfelder

**Bild 2:** Querungsstelle Rechtsabbiegefahrbahn



Zum Knotenpunkt führen geradlinige Zulaufstrecken: Er ist in ausreichender Haltesichtweite gut zu erkennen. Der Kreuzungswinkel beträgt 90°.

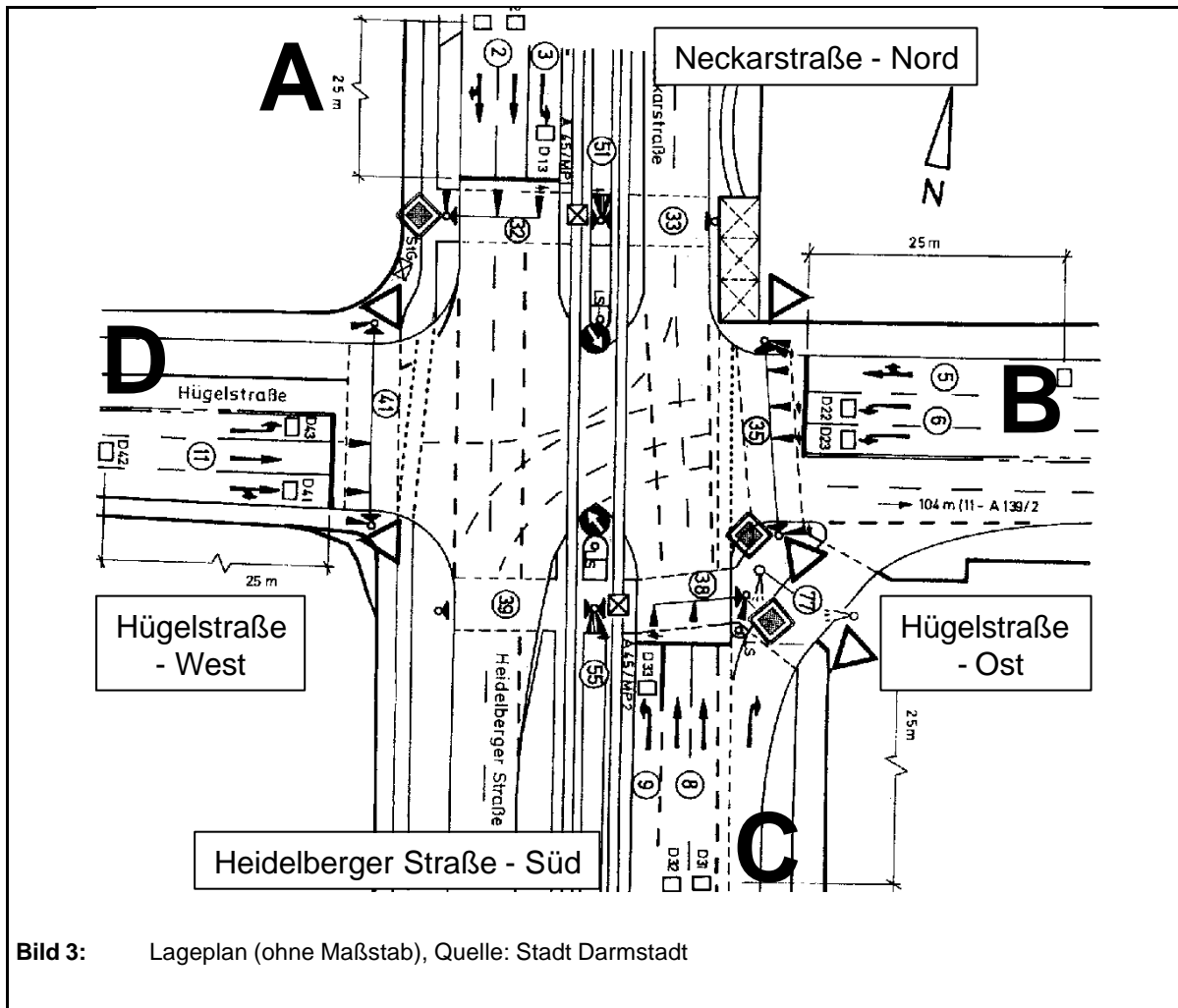
*Die Sichtbeziehung zwischen den Fahrzeugen auf der Rechtsabbiegefahrbahn und querenden Fußgängern von rechts ist durch die Bepflanzung beeinträchtigt (vgl. **Bild 2**).*

Fahrbahnoberfläche *Keine auffälligen Schäden.*

### Allgemeine Verkehrsführung

Geradeaus fahrender Verkehr *Sämtliche Zulaufstrecken sind zweistreifig; im Knotenpunktbereich werden zusätzliche Abbiegefahrstreifen bereitgestellt.*

Linksabbieger *Es sind alle Fahrbeziehungen zulässig. Alle Linksabbiegeströme erhalten eigene Fahrstreifen. Eine Besonderheit ist die zweistreifige Führung der Linksabbieger in der Zufahrt Hängelstraße-Ost.*



**Bild 3:** Lageplan (ohne Maßstab), Quelle: Stadt Darmstadt

#### Rechtsabbieger

Der Rechtsabbieger der Heidelberger Straße-Süd wird gesondert neben einer Dreiecksinsel geführt. Auf Grund der nicht signaltechnisch gesicherten Führung sind drei Konfliktpunkte in Folge mit bevorrechtigtem parallelem Radverkehr, nicht bevorrechtigtem querendem Fußgängerverkehr und bevorrechtigtem Fahrverkehr hintereinander zu passieren.

Sämtliche sonstigen Rechtsabbieger werden auf einem Mischfahrstreifen mit dem geradeaus fahrenden Verkehr geführt.

#### Besondere Verkehrsführung des ÖV

Die Straßenbahn wird in Nord-Süd-Richtung auf besonderem Bahnkörper in Mittellage über den Knotenpunkt geführt. Dabei befindet sich zwischen den Gleisen jeweils die Mittelinsel, in der die verkehrstechnischen Einrichtungen angeordnet sind und die einen Aufstellbereich für Fußgänger beinhaltet.

*Die Anordnung des Aufstellbereichs zwischen den Straßenbahngleisen ist auch im übrigen Stadtgebiet von Darmstadt ungewöhnlich.*

#### Besondere Verkehrsführung des Radverkehrs

##### Geradeaus fahrende Radfahrer

Der Radverkehr wird entlang der Strecke Neckarstraße - Heidelberger Straße in beiden Fahrrichtungen auf nicht benutzungspflichtigen Radwegen (Farbmarkierung, keine Beschilderung) geführt. Die Verkehrsführung im Knotenpunktbereich ist jeweils durch Farbmarkierung gekennzeichnet.

**Bild 4:** Zufahrt Süd



In Süd-Nord-Richtung wird der Radverkehr vor Beginn des Rechtsabbiegestreifens von einem nicht Benutzungspflichtigen Radweg auf einen Radfahrstreifen links vom Rechtsabbiegestreifen überführt.

*Wegen der hohen Verkehrsstärken entlang der zweistreifigen Strecke der Hauptrichtung sollte die vorhandene Radverkehrsanlage so gestaltet werden,*

*dass eine Benutzungspflicht entlang der ganzen Strecke aus gesprochen werden kann.*

In der Nebenrichtung existieren keine Radverkehrsanlagen; der Radverkehr wird hier im Mischverkehr geführt.

Links abbiegende Radfahrer

Für links abbiegenden Radverkehr sind keine gesonderten Verkehrsflächen oder Hinweise zur Führung vorhanden.

*Wegen der Zweistreifigkeit, der hohen Verkehrsstärken und der zu querenden Straßenbahngleise sollte auf indirektes Linksabbiegen hingewiesen und entsprechende Vorkehrungen getroffen werden.*

### **Verkehrsführung des Fußgängerverkehrs**

Gehwege

Dem Fußgängerverkehr stehen in allen Knotenpunktarmen beidseitig der Fahrbahnen Gehwege zur Verfügung.

Fußgängerfurten

Mit Ausnahme der Rechtsabbiegefahrbahn aus der Heidelberger Straße können sämtliche Zufahrten des Knotenpunkts über Fußgängerfurten gequert werden. Dabei sind in den Zufahrten Neckarstraße und Heidelberger Straße jeweils Mittelinseln vorhanden, welche die beiden Gleise des Bahnkörpers voneinander trennen.

Die Führung über die Nebenrichtungen sowie die Zufahrt der Heidelberger Straße ist trotz zu querender Rechtsabbiegefahrbahn direkt und umwegarm. In der Zufahrt Neckarstraße ist die Furt relativ weit aus der Gehrichtung entlang der Hängelstraße abgerückt.

Fußgängerüberwege

Bei der Führung der Fußgänger über die Rechtsabbiegefahrbahn von der Heidelberger Straße – Süd liegt keine Regellösung vor; der Fußgängerverkehr ist hier nicht bevorrechtigt (kein Fußgängerüberweg).

*Wegen der innerörtlichen Lage, der verkehrsrelevanten Einrichtungen in Knotenpunktnähe (Staatstheater) und der hohen Verkehrsstärken im Rechtsabbiegeverkehr sollte der Fußgängerverkehr bevorrechtigt geführt oder signaltechnisch gesichert werden.*

## Bauliche und sonstige Ausstattung des Knotenpunkts

Inseln



Auf den Mittelinseln zwischen den Straßenbahngleisen ist die Breite des Aufstellbereichs sehr gering und stellt Fußgänger mit Kinderwagen oder geschobenen Fahrzeugen vor Probleme. Der Beginn der Konfliktfläche mit der Straßenbahn ist nicht deutlich hervorgehoben.

**Bild 5:** Aufstellbereich Mittelinsel in der Zufahrt Süd

Markierung

Es ist keine Hilfsmarkierung für links abbiegende Fahrzeuge aus der Hauptrichtung vorhanden.

In der Rechtsabbiegefahrbahn ist eine Furtmarkierung vorhanden, obwohl die Fußgänger hier nicht signalisiert und nicht bevorzugt sind.

An den Markierungen ist beginnender Verschleiß festzustellen.

Beschilderung

In allen Richtungen sind Vorwegweiser und Tabellenwegweiser vorhanden.

Zusätzliche Verkehrseinrichtungen im Knotenpunktbereich

Haltestellen des ÖV sind nicht vorhanden.

Direkt im nordwestlichen Knotenpunktbereich befinden sich die Zufahrten einer Tankstelle.

Parkflächen sind vorhanden in der Zufahrt Hängelstraße-West und in der Ausfahrt Neckarstraße-Nord.

*Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs durch die Verkehrseinrichtungen wurden nicht beobachtet.*

### 2.1.3 Verkehrssteuerung

**Betriebszeit**

24 Stunden.

**Signalprogrammaktivierung**

Es existieren vier zeitplanabhängig geschaltete Signalprogramme mit Umlaufzeiten von 90s (Hauptverkehrszeiten), 70s (Normalverkehrszeiten) und 56s (Schwachverkehrszeiten).

**Steuerungsverfahren**

Der Knotenpunkt wird teilverkehrsabhängig mit fester Umlaufzeit, veränderlicher Phasenanzahl, teilveränderlicher Phasenfolge und veränderlichen Freigabezeiten gesteuert.

**Koordinierung**

Der Streckenzug Neckarstraße – Heidelberger Straße (N-S) wird in allen Signalprogrammen in südlicher Richtung koordiniert gesteuert. Eine Koordinierung in Gegenrichtung ist wegen ungünstiger Knotenpunktabstände nicht möglich. In der Nebenrichtung besteht keine Koordinierung.

### Steuerungslogik, Programmstruktur und Programmelemente

Allgemein / MIV

Die Lichtsignalsteuerung weist vier Grundphasen auf. Dabei werden die Linksabbieger der Hauptzufahrten Neckarstraße und Heidelberger Straße in einer eigenen Phase gesichert geführt. Ebenso werden die Linksabbieger

aus der Hügelstraße von Osten gesichert geführt. Lediglich die Linksabbieger der Gegenrichtung von Westen laufen bedingt verträglich mit dem entgegenkommenden Verkehr mit.

Da die Linksabbieger der Hauptrichtung sowie der Nebenrichtung nur auf Anforderung freigegeben werden und der ÖV zu verschiedenen Zeitpunkten eingreifen kann, ergeben sich insgesamt 10 mögliche Phasen.

Für den Fall des Ausfalls verkehrsabhängiger Funktionen (Detektorstoring) sind Ersatzparameter definiert. Außerdem sind Festzeiterersatzprogramme hinterlegt.

ÖV Die Freigabezeiten des ÖV sind gegenüber denen des MIV immer gesichert.

Radverkehr / Die Freigabe des Fußgängerverkehrs erfolgt fest in jedem Umlauf parallel zu den Fahrverkehren.

Fußgängerverkehr

*Die Freigabezeit an den hintereinander folgenden Furten mit Mittelinsel ist für eine Querung ohne Halt zu kurz.*

An der Rechtsabbiegefahrbahn sind Fußgänger nicht bevorrechtigt. Die vorhandene Furtmarkierung und der Hilfssignalgeber für den Kraftfahrzeugverkehr (Gelbblinker) können jedoch den Eindruck einer Bevorrechtigung erwecken.

#### 2.1.4 Infrastruktur

**Steuergerät** SBH MTC 3000, Baujahr 1990

**Signalgeber** Die Signalgeber sämtlicher Signalgruppen werden mindestens einfach am Ausleger wiederholt; die Signalgeber am Ausleger befinden sich über den zugehörigen Fahrstreifen. Signalgeber unterschiedlicher Signalgruppen sind dabei in erkennbarem Abstand zueinander angeordnet.

Die Signalgeber für Linksabbieger aus der Hauptrichtung befinden sich auf der Mittelinsel zwischen den Straenbahngleisen. Für die Nebenrichtung Hügelstraße-Ost befindet sich der Signalgeber am linken Fahrbahnrand (Dreiecksinsel) und kann von entgegenkommendem Verkehr verdeckt werden.

Die Hauptgruppen der Zufahrten werden mit voller Scheibe, die Linksabbieger mit Pfeilschablone signalisiert. Der Leuchtfelddurchmesser beträgt durchgängig 200 mm.

ÖV Der ÖV wird mit Signalgebern nach BOStrab signalisiert.

Fußgängerverkehr und Radverkehr Die Fußgängerfurten sind mit zweifeldigen Signalgebern ausgestattet. Bei der gemeinsamen Führung mit dem Radverkehr entlang der Neckarstraße - Heidelberger Straße in südlicher Richtung ist ein kombiniertes Fußgänger- und Fahrradsinnbild verwendet; besondere Signalgeber für den Radverkehr sind nicht vorgesehen.

Hilfssignalgeber Hilfssignalgeber zur Warnung vor bevorrechtigten Strömen befinden sich nur in der nicht signalisierten Rechtsabbiegefahrbahn von der Heidelberger Straße-Süd in die Hügelstraße-Ost. Sie sind unabhängig von der Lichtsignalsteuerung auf Dauerblinken eingestellt.

Taktile und akustische Signale sind nicht vorhanden.

*Die Signalgeber sind nach RiLSA gestaltet und angeordnet. Die Signalisierung ist erkennbar und begreifbar.*

## Detektoren

**Kraftfahrzeugverkehr** Zur Anforderung und Bemessung von Freigabezeiten sind alle signalisierten Fahrstreifen mit Induktionsschleifen ausgestattet (geradeaus fahrende Ströme: nur zur Bemessung). Die Bemessungsschleifen der geradeaus fahrenden Ströme sind – mit einer Ausnahme – in einem Haltlinienabstand von 25 m angeordnet.

*Der optimale Haltlinienabstand bei dem verwendeten Zeitlückenkriterium von 3,0 s beträgt 40m.*

**ÖV** Die ÖV-Anforderung wird über die Abmeldung an den jeweils stromaufwärts gelegenen Knotenpunkten realisiert; die Abmeldung erfolgt über Funkbaken nach Überfahrt der Haltlinie.

Einrichtungen zur Stauraumüberwachung, zur Erfassung des Radverkehrs und Fußgängerverkehrs sowie zur Verkehrsüberwachung sind nicht vorhanden.

### 2.1.5 Betriebssicherheit

Qualitätskenngröße	Beschreibung und Bewertung
Vorhandensein von Rückfallebenen	Ersatzparameter für den Ausfall von Detektoren sind vorhanden. Festzeiterersatzprogramme sind vorhanden.
Vorhandensein von Betriebsüberwachungsfunktionen	Störungsüberwachung und Protokollierung. Meldungen über Dauerbelegungen von Detektoren..

## 2.2 Bewertung der Produktqualität: Verkehrssicherheit

### 2.2.1 Unfallkenngrößen, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	alle	UD	1 / 4a	69
Unfalldichte mit Personenschaden	alle	UD (P)	1 / 4a	25
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	alle	UD (SP)	1 / 4a	0
Unfalldichte	ÖV	UD <sub>ÖPNV</sub>	1 / 4a	2
Unfalldichte	Rad	UD <sub>Rad</sub>	1 / 4a	2
Unfalldichte mit Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (P)	1 / 4a	2
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (SP)	1 / 4a	0
Unfalldichte UD <sub>Fg</sub>	Fg	UD <sub>Fg</sub>	1 / 4a	3
Unfalldichte mit Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (P)	1 / 4a	2
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (SP)	1 / 4a	0
Unfallrate	alle	UR	1 / (1000 Kfz*a)	n.v.
Unfallrate mit Personenschaden	alle	UR(P)	1 / (1000 Kfz*a)	n.v.
Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD	1.000 €	539
mittlere Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD/U	1.000 €/ U	7,8
Unfallkostenrate (pauschale Unfallkosten)	alle	UKR	€/ (1000 Kfz*a)	n.v.

## 2.2.2 Klassifizierung als Unfallhäufungsstelle

Bewertung nach den Grenzwerten für Unfallhäufungsstellen (UHS), FGSV (1998):

Unfalltypen-Steckkarte	Betrachtungszeitraum	Einheit	Grenzwert Unfalldichte U	Unfalldichte U	Bewertung
Einjahreskarte	1999	1 / a	5 (gleichartige)	10 (Typ 6)	auffällig
Einjahreskarte	2000	1 / a	5 (gleichartige)	6 (Typ 2) 5 (Typ 3) 5 (Typ 6)	auffällig
Einjahreskarte	2001	1 / a	5 (gleichartige)		keine Aussage
Einjahreskarte	2002	1 / a	5 (gleichartige)	7 (Typ 3)	auffällig
<b>Einjahreskarte</b>	<b>2003</b>	<b>1 / a</b>	<b>5 (gleichartige)</b>	<b>6 (Typ 2) 9 (Typ 6)</b>	<b>auffällig</b>
Dreijahreskarte (P)	1999-2001	3 / a	5	13 + x	auffällig
Dreijahreskarte (P)	2000-2002	3 / a	5	12 + x	auffällig
<b>Dreijahreskarte (P)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>5</b>	<b>12 + x</b>	<b>auffällig</b>
Dreijahreskarte (SP)	1999-2001	3 / a	3	0 + x	keine Aussage
Dreijahreskarte (SP)	2000-2002	3 / a	3	0 + x	keine Aussage
<b>Dreijahreskarte (SP)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>3</b>	<b>0 + x</b>	<b>keine Aussage</b>

Auffälligkeiten folgen aus den Einjahreskarten 1999 bis 2003 mit unterschiedlichen Unfalltypen sowie aus den Dreijahreskarten der Unfälle mit Personenschaden 2001 bis 2003. Nach FGSV (1998) handelt es sich noch um eine Unfallhäufungsstelle der Kategorie 3 – Gemischt.

## 2.2.3 Zeitliche Entwicklung

In der zeitlichen Entwicklung des Unfallgeschehens sind keine auffälligen Tendenzen zu erkennen.

## 2.2.4 Charakteristika des Unfallgeschehens, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil (%)	Unfallkostendichte UKD (€)	Unfallkostendichte Anteil (%)	Auffälligkeit
<b>Programmzeit</b>					
Morgenspitzenprogramm	4	6	39	7	
Tagesprogramm	25	36	190	35	
Nachmittagsspitzenprg.	18	26	128	24	
Schwachlastprogramm	22	32	182	34	
<b>Lichtverhältnisse</b>					
hell	41	59	296	55	Hoher Anteil Unfälle bei Dunkelheit
dämmerig	3	4	18	3	
dunkel	25	36	225	42	
<b>Straßenverhältnisse</b>					
trocken	37	54	282	52	Hoher Anteil Unfälle bei Nässe
nass	32	46	257	48	
winterglatt	0	0	0	0	

Unfalltyp	Gesamt	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Typ 7
Unfälle U	69	1	16	19	3	1	28	1
Unfälle U(P)	25	0	7	9	2	0	7	0

### 2.2.5 Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Unfalltyp Schlüssel-Nr.	Zufahrt	U[1/4a]	U(P)	U(SP)	UKD [1000€]	mittl. UKD [1000€]
623	A	10	2	0	70	7,0
631 / 641	A	8	0	0	48	6,0
623	C	5	1	0	36	7,2
281	A	4	2	0	34	8,5
281	C	4	1	0	29	7,3
211+	D	4	4	0	44	11,0

### 2.2.6 Weitere Qualitätskenngrößen der Verkehrssicherheit

Qualitätskenngröße	Bezug	Beschreibung und Bewertung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Rad	Radfahrer der Zufahrt Heidelberger Straße – Süd (C) missachten die Haltlinie vor dem Kraftverkehrssignalgeber und orientieren sich am Fußgängersignal.
	Fg	An den Furten über die Zufahrt und Ausfahrt der Heidelberger Straße – Süd tritt Rotlaufen durch Fußgänger auf, die das Warten auf der Mittelinsel vermeiden wollen.
	MIV, ÖV	Es wurde keine Auffälligkeit beobachtet.

## 2.3 Bewertung der Produktqualität: Güte des Verkehrsablaufs

### 2.3.1 Beobachtung: Abfluss und Reststau

Strom	Morgenspitze			Nachmittagsspitze		
	Erg. <sup>1</sup>	Besonderheiten / Beschreibung	QSV	Erg.	Besonderheiten / Beschreibung	QSV
A / 1+2	0		B	0		B
A / 3	8	Überlastungsphase mit dauerhaftem Reststau, bei dem mehr als die Hälfte der wartenden Fahrzeuge zurückbleibt; Dauer: vier von zehn Signalumläufe.	D/E	9	Überlastungsphase mit dauerhaftem Reststau, bei dem mehr als die Hälfte der wartenden Fahrzeuge zurückbleibt; Dauer: vier von zehn Signalumläufe.	D/E
B / 4+5	0		B	0		B
B / 6	1		B	0		B
C / 7	-	(frei abfließend)	--	0	(frei abfließend)	--
C / 8	0		B	0		B
C / 9	0		B	0		B
D / 10+11	0		B	0		B
D / 12	0		B	4	In 4 von 10 Signalumläufen bleiben einzelne Fahrzeuge zurück.	C

<sup>1</sup> Summe der Kennziffern gemäß Beobachtungsprotokoll, vgl. Anlage 6

### 2.3.2 Beobachtung: Koordinierte Abwicklung von Fahrzeugpuls

Strom	Morgenspitze		Nachmittagsspitze	
	Beschreibung	QSV	Beschreibung	QSV
A / 2	Planung: Hauptkoordinierungsrichtung Beobachtung: Pulkankunft kurz nach Beginn ROT; die Koordinierung ist unwirksam.	F	Planung: Hauptkoordinierungsrichtung Beobachtung: Pulkankunft kurz nach Beginn ROT; die Koordinierung ist unwirksam.	F
C / 8	Planung: Gegenrichtung, kein koordinierter Abfluss. Beobachtung: Pulkankunft regelmäßig bei ROT.	--	Planung: Gegenrichtung; kein koordinierter Abfluss. Beobachtung: Pulkankunft regelmäßig bei ROT.	--
Strom	Normalverkehrszeit Mittags			
	Beschreibung	QSV		
A / 2	Planung: Hauptkoordinierungsrichtung Pulkankunft kurz nach Beginn ROT.	F		
C / 8	Planung: Gegenrichtung, kein koordinierter Abfluss Beobachtung: Pulkankunft regelmäßig bei ROT; in 6 von 10 Umläufen folgt jedoch GRÜN kurz nach der Ankunft der ersten Fahr- zeuge.	--		

### 2.3.3 Weitere Beobachtungen zur Güte des Verkehrsablaufs

Beobachtung	Gruppe	Strom	Zeitpunkt
Die Grünzeit dauert an, obwohl nur noch vereinzelt Fahrzeuge ankommen und in anderen Zufahrten Fahrzeuge auf die Freigabe warten	MIV	A / 1+2 C / 8	morgens nachmittags
Es treten Behinderungen im Abfluss wegen der Überlastung der Ausfahrt auf, verursacht durch die Fußgängerschutzanlage in der Hügelstraße.	MIV	D / 11	nachmittags
Sowohl im Zufluss als auch im Abfluss zu den stromabwärts gelegenen Knotenpunkten keine Koordinierung gewährleistet.	MIV	A, C	alle Tageszeiten
Fußgänger müssen häufig auf der Mittelinsel stehen bleiben.	Fg	A, C	alle Tageszeiten

### 2.3.4 Weitere Beobachtungen zum Steuerungsablauf

Beobachtung	Strom
Es tritt eine Dauerbelegung in den Detektoren D31 und D32 (Bemessung Heidelberger Straße – Hauptrichtung) auf. Infolge dessen wird die Signalgruppe 8 stets maximal verlängert.	C / 8

### 2.3.5 Zusammenstellung der Qualitätskenngrößen des Verkehrsablaufs

Qualitätskenngröße	Bezug	Quelle <sup>2</sup>	Beschreibung und Bewertung	
mittlere Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte Auftreten von Reststau	MIV	BAK PDA	Im Linksabbiegestrom der Zufahrt Neckarstraße treten hohe spürbare Wartezeiten auf. Zeitweilig verbleibt über mehrere Signalumläufe ein Reststau (QSV D/E).  In den übrigen Strömen tritt nur vereinzelt Reststau auf (QSV C oder besser).	-
mittlere Wartezeit Reaktionszeit der Steuerung nach Anmeldung Anzahl erforderlicher Halte	ÖV	BAK	Der ÖV kann weitgehend ungehindert den Knotenpunkt passieren. Die ÖV-Bevorrechtigung ist wirkungsvoll.	+
mittlere / maximale Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte an aufeinanderfolgenden Furten	Fg (Rad)	PDA BAK	Im Fußgängerverkehr wird der <i>RiLSA</i> -Grenzwert von 60 s bei der Querung über die getrennte Furt in der Zufahrt C überschritten, da eine Querung ohne erneutes Anhalten auf der Mittelinsel in westlicher Gehrichtung nicht möglich ist (QSV E/F).  An den übrigen Furten treten geringere Wartezeiten auf, QSV D wird erreicht.	- +
Anteil Durchfahrten ohne Halt	MIV	BAK	In der Zufahrt A ist keine Koordinierungswirkung vorhanden.	-
Rückstaulänge	MIV	BAK	Es treten ausgehend von der betrachteten Lichtsignalanlage keine Rückstaulängen auf, die zu Problemen im Verkehrsablauf anderer Ströme führen.	+
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	BAK	Zeitweilig treten Behinderungen im Abfluss auf, wenn in der Ausfahrt B der Rückstau der Fußgängerschutzanlage bis zum Knotenpunkt zurückreicht.	-
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	ÖV	BAK PDA	Behinderungen im Abfluss des ÖV treten nicht auf.	+

### 2.4 Zusammenstellung der Mängelaussagen

Auf der Grundlage der in **Anlage 13** dokumentierten Liste der Mängelaussagen werden für die untersuchte Lichtsignalanlage die folgenden Mängelaussagen festgestellt:

Qualitätskenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	Zufahrt / Strom
Unfalldichte, geschichtet nach Unfalltyp (einstellige Schlüsselnummer)	alle	Es tritt eine Häufung von Abbiegeunfällen auf (Unfalltyp 2).	2	Zufahrten A, C und D
		Es tritt eine Häufung von Unfällen im Längsverkehr auf (Unfalltyp 6).	6	Zufahrten A und C
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Rad	Es werden Missachtungen der Signalisierung für den Radverkehr beobachtet.	9	Zufahrt C
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Fg	Es werden Missachtungen der Signalisierung für den Fußgängerverkehr beobachtet.	11	Besonders Furten Zufahrt / Ausfahrt C
mittlere/maximale Wartezeit	Fg, Rad	Die mittlere Wartezeit für Fußgänger und Radfahrer führt zu QSV E oder F (bei FZSP).	27	an nicht koordinierter Furt über Ausf. C

<sup>2</sup> BAK = Beobachtung an Knotenpunkt, PDA = Prozessdatenanalyse, GrInf = Analyse der Grundinformationen

Qualitätskenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	Zufahrt / Strom
Auftreten von Reststau	MIV	<b>Es kommt zu Reststau, während unverträgliche Ströme Reserven aufweisen.</b>	<b>15</b>	Reserven: Zufahrt C
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	<b>Der Abfluss von Kraftfahrzeugen wird behindert.</b>	<b>18</b>	Rückstau von FSA in Ausfahrt B
Ausgewogenheit der Freigabezeituteilung	MIV	<b>Es treten ungenutzte Freigabezeiten auf, während Fahrzeuge anderer Ströme warten müssen.</b>	<b>32</b>	Siehe Mangel Nr. 11
Güte der Koordinierung an Furten	Fg, Rad	<b>Die Fußgänger und/oder Radfahrer müssen in der Regel auf der Mittelinsel erneut warten.</b>	<b>29</b>	Furt über Ausfahrt C
Güte der Koordinierung zwischen den Knotenpunkten	MIV	<b>Fahrzeugpuls fahren nicht auf GRÜN zu.</b>	<b>24</b>	Zufahrt A
Ausfallhäufigkeit	alle	<b>Anlagenkomponenten stehen häufig nicht in vollem Umfang zur Verfügung.</b>	<b>34</b>	Koordinierungsfunktion, Detektoren

### 3 Qualitätsverbesserung

#### 3.1 Zusammenstellung eines Katalogs möglicher Verbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Qualitätsanalyse wurden unter Nutzung der Wissensbasis mögliche Verbesserungsstrategien und zugehörige Maßnahmen identifiziert und auf ihre grundsätzliche Eignung hin überprüft. Die in die nähere Betrachtung einbezogenen Maßnahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt und kommentiert.

Maßn-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>0. Verbessern der Rahmenbedingungen für die lokale Verkehrssteuerung</b>			
<b>Strategie 0.1: Verringern der Verkehrsnachfrage.</b>			
0.1.0.3	Verlagern von Verkehrsströmen auf andere Strecken, so dass sie den Knotenpunkt nicht mehr befahren.	6, 18	Verkehrsplanerisch nicht sinnvoll, da es sich um eine Straße mit Verbindungsfunktion handelt und keine Alternative verfügbar ist. → wird nicht weiter verfolgt.
0.1.0.4	Verringern des Schwerverkehrsanteils.	6	Verkehrsplanerisch nicht sinnvoll, da es sich um eine Straße mit Verbindungsfunktion handelt und keine Alternative verfügbar ist. → wird nicht weiter verfolgt.
0.2.0.1	Beschränken des Zuflusses vom Nachbarknotenpunkt.	18, 27, 29	Verkehrsplanerisch nicht sinnvoll, da es sich um eine Straße mit Verbindungsfunktion handelt und keine Alternative verfügbar ist. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Strategie 0.3: Verringern der Summe maßgebender Konfliktstrombelastungen.</b>			
0.1.0.1	Schließen von Zufahrten zur Reduzierung von Konflikten am Knotenpunkt.	6, 27, 29	Es sind keine Alternativen verfügbar. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>1. Verbessern der Erkennbarkeit und Übersichtlichkeit des Knotenpunkts</b>			
<b>Strategie 1.9: Verdeutlichen der Lage von Konfliktflächen.</b>			
1.6.3.4	Aufbringen / Erneuern einer Hilfsmarkierung zur Verdeutlichung der Aufstellfläche für wartende Linksabbieger.	2 (D)	→ wird vorgeschlagen.
1.6.3.2	Erneuern der Haltlinienmarkierung.	6	→ wird als Hinweis übernommen.

Maßn-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>2. Verbessern der Begreifbarkeit der Verkehrssteuerung</b>			
<b>Strategie 2-2: Sichern links abbiegender Verkehrsströme.</b>			
1.2.2.1	Untersagen des Linksabbiegens (Führen auf einer alternativen Route, Blockumfahrung).	2 (D)	Der Mangel rechtfertigt einen so weitreichenden Eingriff nicht. → wird nicht weiter verfolgt.
2.6.1.7	Einrichten einer vollständig gesicherten Freigabe der Linksabbieger (eigene Phase / Trennen der Freigabe gegenüberliegender Zufahrten).	2 (D)	Der Mangel rechtfertigt einen so weitreichenden Eingriff nicht. → wird nicht weiter verfolgt.
3.2.5.1	Einrichten eines Schutzblinkers zur Warnung vor bevorrechtigtem Kraftfahrzeugverkehr.	2 (D)	nachrangig zu Maßnahme 1.6.3.4 (Hilfsmarkierung) → wird vorgemerkt
2.7.4.1	Einrichten / Verlängern / Signalisieren einer Zugabezeit für Linksabbieger.	2 (D)	Ist wegen der Phasenfolge nicht möglich. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Strategie 2.5: Vermeiden unerwarteter Signalbildänderungen.</b>			
2.5.0.10	Anpassen der logischen Bedingungen und Parameter für den Abbruch von Freigabezeiten.	2	Unerwartete Signalbildänderungen wurden nicht beobachtet. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Strategie 2.9: Verbessern der Verkehrsführung und Vereinfachen der Verkehrssteuerung für Fußgänger.</b>			
1.5.2.1	Schaffen / Vergrößern einer Aufstellfläche für Fußgänger auf der Mittelinsel.	11	Ohne umfangreiche Umbauarbeiten nicht machbar (Gleisverlegung). → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Strategie 2.10: Überprüfen der verwendeten Parameter für die Zwischenzeitenberechnung.</b>			
2.7.6.1	Anpassen der Gelbzeit unter Beachtung der Annäherungsgeschwindigkeit.	2	Die Gelbzeit ist angepasst. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Strategie 2.11: Durchsetzen einer angepassten Fahrgeschwindigkeit.</b>			
3.3.3.2	Einrichten einer ortsfesten Geschwindigkeitsüberwachung.	6	Es wurden keine auffällig hohen Geschwindigkeiten beobachtet. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Strategie 2.12: Verhindern von Rotlichtüberfahrungen.</b>			
3.3.3.1	Einrichten einer Rotlichtüberwachung.	2	Die Mangelsituation rechtfertigt eine so weitreichende Maßnahme an dieser Stelle nicht. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>3. Verbessern der Erkennbarkeit der Signalisierung</b>			
<b>Strategie 3.1: Vermeiden des Übersehens der Signalisierung.</b>			
1.1.2.1	Gewährleisten der erforderlichen Haltesichtweite (Zurückschneiden / Wegnehmen von Bepflanzung / Beseitigung von Einbauten / Verändern von Schilderstandorten).	2, 6	Die Haltesichtweite ist gewährleistet. → wird nicht weiter verfolgt.
1.1.2.2	Verbessern der Sicht auf die vorhandenen Signalgeber im Annäherungsbereich (Zurückschneiden / Wegnehmen von Bepflanzung / Beseitigung von Einbauten / Verändern von Schilderstandorten).	2, 6	Die Signalisierung ist aus angemessener Entfernung zu erkennen. → wird nicht weiter verfolgt.
1.6.4.4	Einrichten einer Vorankündigung der Signalisierung (Zeichen 131 StVO / Zeichen 131 StVO mit Gelbblinker).	2, 6	Die Signalisierung ist aus angemessener Entfernung zu erkennen. → wird nicht weiter verfolgt.
3.2.1.3	Vergrößern des Signalfelddurchmessers.	2, 6	Es wurden keine Mängel in der Erkennbarkeit der Signalgeber festgestellt. → wird nicht weiter verfolgt.
3.2.1.4	Verbessern der Leuchtstärke.	2, 6	Es wurden keine Mängel in der Erkennbarkeit der Signalgeber festgestellt. → wird nicht weiter verfolgt.
3.2.1.6	Ändern der Ausrichtung der Signalgeber zur Verbesserung der Erkennbarkeit.	2, 6	Es wurden keine Mängel in der Erkennbarkeit der Signalgeber festgestellt. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Strategie 3.2: Vermeiden der Verwechslung der Signalgruppe.</b>			
3.2.1.2	Überprüfen der eindeutigen Zuordnung der Signalgeber unterschiedlicher Signalgruppen zu den jeweiligen Fahrstreifen.	2, 6	Es wurden keine Mängel in der Zuordnung der Signalgeber festgestellt. → wird nicht weiter verfolgt.

Maßn-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>4. Verbessern der Befahrbarkeit und Begehbarkeit des Knotenpunkts.</b>			
<b>Strategie 4.2: Verbessern der Oberflächeneigenschaften des Verkehrsraums.</b>			
1.1.5.1	Erneuern der Fahrbahnoberfläche (Beseitigen von Spurrillen / Verbessern der Griffigkeit).	2, 6	Es sind keine sichtbaren Fahrbahnschäden vorhanden. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>5. Erhöhen der Kapazität der Lichtsignalsteuerung.</b>			
<b>Strategie 5.1: Verringern von Verlustzeiten.</b>			
1.2.1.2	Einrichten zusätzlicher Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr im Knotenpunktbereich.	27	Ist aus Platzgründen nicht machbar. → wird nicht weiter verfolgt.
1.2.1.1	Ändern der Fahrstreifenaufteilung.	27	Es ist kein Kapazitätsgewinn zu erwarten. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>6. Verbessern der Freigabezeitbemessung.</b>			
<b>Strategie 6.1: Verbessern der Anpassung der Freigabezeitbemessung an den Bedarf.</b>			
2.5.0.10	Anpassen der logischen Bedingungen und Parameter für den Abbruch von Freigabezeiten.	15, 32	nachrangig zur Instandsetzung der Bemessungsdetektoren → wird derzeit nicht weiter verfolgt.
2.5.0.12	Einrichten einer Stauraumüberwachung.	15	→ wird vorgeschlagen
2.7.3.2	Verlängern der Kernbereiche / Erlaubnisbereiche der Freigabezeiten	15, 29	Freigabezeit Fußgängerfurt → wird vorgeschlagen.
2.7.3.3	Verkürzen der Kernbereiche / Erlaubnisbereiche der Freigabezeiten	32	nachrangig zur Instandsetzung der Bemessungsdetektoren → wird derzeit nicht weiter verfolgt.
3.3.1.5	Verbessern der Erfassung von Zeitlücken im Kraftfahrzeugstrom (Anordnen zusätzlicher Detektoren/ Vergrößern des Haltlinienabstands der Detektoren).	15, 32	nachrangig zur Instandsetzung der Bemessungsdetektoren → wird derzeit nicht weiter verfolgt.
<b>Strategie 6.3: Verbessern einer bedarfsorientierten Berücksichtigung des Radverkehrs und Fußgängerverkehrs.</b>			
2.6.1.12	Ermöglichen von Mehrfachanwürfen innerhalb eines Umlaufs.	27	aus Gründen der Kapazität nicht möglich → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Strategie 6.4: Verbessern der Erfassung von Verkehrsströmen.</b>			
3.3.1.7	Vermeiden von Fehlerfassungen oder Nichterfassungen durch die Detektoren.	15	siehe Instandhaltung der Detektoren → wird derzeit nicht weiter verfolgt.
3.3.1.6	Überprüfen der Plausibilitätsbedingungen bei der Fahrzeugerkennung (verlorene Anforderungen, Phantomanforderungen).	15	Es ist kein Mangel erkennbar. → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.3	Verändern der Detektionstechnik.	15, 32	nicht erforderlich, wenn Detektoren instandgesetzt → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.2	Anordnen redundanter Detektoren zur Absicherung.	15	nicht erforderlich, wenn Detektoren instandgesetzt → wird nicht weiter verfolgt.
<b>8. Verbessern der Koordinierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
<b>Strategie 8.1: Verbessern der Abstimmung der Signalisierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
3.4.0.1	Überprüfung der Datenübertragung zum Nachbarknotenpunkt / zum Verkehrsrechner.	24	→ wird vorgeschlagen.
<b>Strategie 9.1: Verringern der Ausfallhäufigkeit und Ausfalldauer von Systemelementen.</b>			
3.1.0.2	Überprüfen der Zuverlässigkeit der Übertragung von Störungsmeldungen.	34	Überwachung der Koordinierungsfunktion und der Detektoren → wird vorgeschlagen.

Aus den verbliebenen Maßnahmen werden nach der Prüfung der ihrer Verträglichkeit Handlungsempfehlungen abgeleitet, die im Folgenden beschrieben, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Kosten bewertet und mit Hinweisen zur Umsetzung versehen sind.

### 3.2 Einzeldarstellung

#### Instandsetzungsmaßnahmen

Zur Wiederherstellung der vollen Funktionalität der Lichtsignalanlage wird die folgende Instandsetzungsmaßnahme empfohlen:

##### **I-1: Beseitigen der Dauerbelegung der Detektor D 31 und D32**

Darstellung	Überprüfen der Funktionsfähigkeit der auf Dauerbelegung laufenden Detektoren D 31 und D32 (Bemessung des geradeaus fahrenden Verkehrs aus der Heidelberger Straße – Süd; Instandsetzung und Überwachung.
Begründung	Die Dauerbelegung der Detektoren führt zur maximalen Verlängerung der Freigabezeit für den Verkehrsstrom. Der hierzu feindliche, in der Regel hoch ausgelastete Verkehrsstrom der Linksabbieger aus der Neckarstraße-Nord kann daher erst zum spätesten Zeitpunkt freigeschaltet werden und erhält keine maximale Freigabezeit. Vor Ort wurden Zeitlücken, die zum Abbruch führen würden, beobachtet.

##### **I-2: Beseitigen der Störung der Koordinierungsfunktion am Nachbarknotenpunkt (bereits umgesetzt)**

Darstellung	Beheben der Störung der Verarbeitung des Koordinierungsimpulses (Synchronisation) am Nachbarknotenpunkt. → <i>Diese Maßnahme wurde bereits umgesetzt.</i>
Begründung	Bei der Beobachtung des Verkehrsablaufs wurde ein vollständiger Ausfall der Koordinierungsfunktion festgestellt (Fahrzeugpuls fuhren stets auf beginnendes ROT). Bei der zeitnahen Überprüfung durch das Tiefbauamt wurde eine Störung der Verarbeitung des Koordinierungsimpulses am Nachbarknotenpunkt Neckarstraße / Elisabethenstraße festgestellt und behoben.

##### **I-3 Verbessern der Betriebsüberwachung und Störungsmeldung**

Darstellung	Der Datenaustausch mit der übergeordneten Steuerungseinheit ist zu überwachen. Hierfür sind erforderlich: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ die Absicherung der Kommunikation zwischen dem Betriebsführungsrechner und den Steuergeräten,</li> <li>➤ die automatische Meldung und Aufzeichnung der Übergabe von Koordinierungsimpulsen (Synchronisation) zur Ermöglichung einer zeitnahen Reaktion und</li> <li>➤ die Bereitstellung der Daten in elektronischer Form zur Analyse von Störungen und Betriebsabweichungen.</li> </ul>
Begründung	Bei der Prozessdatenaufzeichnung wurde eine regelmäßige Verzögerung des Programmablaufs festgestellt, indem die Anlage jeweils 20 Sekunden in der Phase 1 stehen geblieben ist. Es ergab sich somit eine tatsächliche Umlaufzeit von 90s im Tagesprogramm (statt 70s). Dies führt zu erhöhten Wartezeiten in den gesperrten Strömen und zu einem Ausfall der Koordinierungsfunktion. In der Regel ist eine solche Fehlfunktion auf den Ausfall des Koordinierungsimpulses (Synchronisation) zurückzuführen.  Da der Fehlerspeicher bei der Abfrage leer war, ist davon auszugehen, dass die Störung nicht erkannt und gemeldet wurde.
Hinweis	Diese Maßnahme ist im Gesamtnetz zu betrachten (vgl. Nichterkennung der ausgebliebenen Programmumschaltung im Fallbeispiel 2). Bei der Inbetriebnahme des neuen Betriebsführungsrechners sollte auf die Bereitstellung der entsprechenden Überwachungsfunktionen geachtet werden.

#### **I-4 Rückschnitt / Beseitigung des Bewuchses an der nicht signalisierten Querungsstelle über die Rechtsabbiegefahrbahn**

Darstellung	Der Bewuchs der Bepflanzungsinsel im Bereich der Querungsstelle über die Rechtsabbiegefahrbahn der Heidelberger Straße wird zurückgeschnitten oder beseitigt, so dass eine ungehinderte Sichtbeziehung zwischen dem hinteren Teil der Furt und dem Kraftfahrzeugverkehr geschaffen wird.
Begründung	Der Zugang zur Querungsstelle ist durch eine großflächige Bepflanzung unterteilt. In der Rechtsabbiegefahrbahn ist zunächst nicht erkennbar, dass auch hinter der Bepflanzung Fußgänger auf die Querungsstelle treten können. Fußgänger hingegen haben keine ausreichende Sicht auf den Kraftfahrzeugverkehr.

#### **Verbesserungsmaßnahmen**

##### **V-1: Einrichten einer Stauraumüberwachung für den Strom 3 und Nutzung der Information zur Verlängerung der Freigabezeit**

Maßnahmentyp	bauliche Maßnahmen, Logikanpassungen, Parameteranpassungen
Darstellung	Zusätzlich zur Freigabezeitbemessung über die haltliniennahe Zeitlückenerfassung wird die Freigabezeit des links abbiegenden Stroms aus der Neckarstraße-Nord durch eine Stauraumüberwachung beeinflusst.  Die Lage des Stauraumüberwachungsdetektors (maximale Staulänge, die abgebaut wird) ist in Abstimmung mit der maximal zur Verfügung zu stellenden Freigabezeit auszuwählen. In jedem Fall ist jedoch ein Rückstau der Fahrzeuge in die Fahrstreifen für den Geradeausverkehr zu vermeiden.
Begründung und Wirkungsabschätzung	Begünstigt durch den hohen Schwerverkehrsanteil kommt es im betrachteten Strom zu Überlastungszuständen, bei denen für die Dauer von mehreren Umläufen ein Reststau verbleibt.  Der betrachtete Strom nimmt eine wichtige verkehrliche Funktion zur Entlastung der Stadtdurchfahrt B26 wahr.
Nutzen-Kosten-Analyse	Der volkswirtschaftliche Nutzen der Maßnahme liegt in der Verbesserung des Verkehrsablaufs für den betroffenen Strom. Es wird erwartet, dass mit einer Stauraumüberwachung die zeitweilig auftretenden Überlastungszustände mit Reststau vermieden werden können. Zur Abschätzung des Nutzens wird daher von einer Verbesserung von der Qualitätsstufe D auf C ausgegangen und die vermiedenen Wartezeiten über die werktäglichen Hauptverkehrszeiten aufsummiert.

<b>Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Minderung der Wartezeiten</b>		
<b>Nutzenbeitrag</b>		
Unfalltyp 211+ (Norden / A)	121.000 €	24.200 €
Unfalltyp 211+ (Süden / C)	197.000 €	39.400 €
Geschätzter Unfallrückgangsfaktor	0,1	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>6.360 €</b>

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		<b>Kosten</b>
Verkehrstechnische Planung und Programmierung	pauschal	5.000 €
Detektorschleife zur Stauraum-überwachung mit Kabelwegen und Anschluss	1	6.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>1.290 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		
Zusätzliche Kosten Wartung Schleife		100 €
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>1.390 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>~ 4,6</b>

Hinweis zur Umsetzung

Die Dringlichkeit der Maßnahme ist nach der Aufhebung der Dauerbelegung der Detektoren 31 und 32 erneut zu überwachen, um festzustellen, wie weitreichend sich der dann mögliche Abbruch der Freigabezeit bereits positiv auf den betrachteten Strom auswirkt.

Die Maßnahme sollte überdies mit der Verbesserungsmaßnahme 4 sinnvoll abgestimmt werden, da eine überlastete Knotenpunktausfahrt die Wirksamkeit der hier vorgeschlagenen Maßnahme beeinträchtigen kann.

Für die Funktionsfähigkeit des Knotenpunkts hat die vorgeschlagene Maßnahme eine hohe Priorität. Wegen der erforderlichen baulichen Maßnahmen und Logikanpassungen ist sie mittelfristig umsetzbar.

### **V-2: Ermöglichung einer koordinierten Querung beider Furten der Zufahrt und Ausfahrt C**

Maßnahmentyp	Logikanpassungen, Parameteranpassungen
Darstellung	Es werden Anpassungen in den Signalprogrammen vorgenommen, die eine Querung der Furt über die Heidelberger Straße – Süd (C) von Osten nach Westen in einem Zug erlauben.
Begründung und Wirkungsabschätzung	Auf Grund der ungenügenden Platzverhältnisse auf der Mittelinsel, deren Lage zwischen den Straßenbahngleisen und der Gefahr des Auftretens von Rotläufern ist es notwendig, die Anzahl erforderlicher Halte der Fußgänger auf der Mittelinsel zu verringern. Dabei sind auch Einbußen in der Güte des Verkehrsablaufs in Kauf zu nehmen. Betroffen sind hiervon ggf. die Fahrzeugströme der Neckarstraße (geradeaus).
Nutzen-Kosten-Analyse	<p>Der hauptsächliche volkswirtschaftliche Nutzen ist in der Erhöhung der Verkehrssicherheit zu sehen, da gefährliche Querungen bei ROT vermieden werden. Da es aber an der betrachteten Furt noch zu keiner Unfallhäufung gekommen ist, kann der volkswirtschaftliche Nutzen durch die Erhöhung der Verkehrssicherheit nicht quantifiziert werden.</p> <p>Da die Konfliktfläche der westlichen Teilfurt hoch ausgelastet ist, muss davon ausgegangen werden, dass den positiven Wirkungen auf die Wartezeiten der Fußgänger negative Wirkungen auf die Wartezeiten des Kraftfahrzeugverkehrs gegenüber stehen. Ziel der Umgestaltung sollte daher sein, die Summe der Wartezeiten über alle Verkehrsteilnehmergruppen nicht zu erhöhen.</p>

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung	pauschal	3.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>352 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		---
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>352 €</b>

Hinweis zur Umsetzung

Diese Maßnahme hat hohe Priorität, da auf der Mittelinsel keine geeignet gesicherte Aufstellfläche für den Fußgängerverkehr geschaffen werden kann.

Begünstigend kann sich in der Hauptverkehrszeit die Aufhebung der Daueranforderung der Detektoren 31 und 32 (Maßnahme I-1) sowie die Verlängerung der Freigabe des Stroms 3 (Maßnahme V-1) auswirken, da sich beide auf die Freigabezeit der Fußgängerverkehrsströme günstig auswirken können.

Bei der Bündelung mit der Maßnahme V-1 können Tätigkeiten des Testens und der Versorgung der Steuerungssoftware zusammengefasst werden.

**V-3: Verbesserung der Verkehrsführung des Fußgängerverkehrs über die nicht signalisierte Rechtsabbiegefahrbahn durch Anordnung eines Fußgängerüberwegs**

Maßnahmentyp      bauliche Maßnahme

Darstellung      Über die nicht signalisierte Rechtsabbiegefahrbahn wird ein Fußgängerüberweg angelegt.

Begründung und Wirkungsabschätzung      Die derzeitige Regelung ist in der StVO nicht vorgesehen und kann zu Unsicherheiten führen, da eine Furtmarkierung den Anschein einer Bevorrechtigung gibt. An der betrachteten Stelle ist eine als Fußgängerüberweg gestaltete bevorrechtigte Führung des Fußgängerverkehrs wegen der innerstädtischen Lage und der Nähe zu wichtigen Zielen des Fußgängerverkehrs angemessen. Von der Wartepflicht lassen sich Minderungen der Geschwindigkeit erwarten, wodurch das Unfallrisiko an der Rechtsabbiegefahrbahn sinkt.

Nutzen-Kosten-Analyse      Da es bisher zu keiner Unfalldhäufung an der betrachteten Stelle gekommen ist, lässt sich der volkswirtschaftliche Nutzen durch eine Minderung des Unfallrisikos nicht quantitativ ermitteln.

Die Kosten sind in der folgenden Tabelle angegeben:

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Vorhandene Furtmarkierung beseitigen und Fußgängerübergang markieren	pauschal	1.000 €
Beschilderung	2 Stück	330 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>156 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		---
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>156 €</b>

Hinweis zur Umsetzung

Die Maßnahme ist kurzfristig umsetzbar und sollte wegen der Sicherheitsrelevanz mit höherer Priorität behandelt werden..

**V-4: Abstimmung der FSA Hügelstraße zur Vermeidung von Rückstau in den Knotenpunktbereich**

Manahmenartyp Anpassung übergeordneter Festlegungen, Logikanpassung, Parameteranpassung; ggf. Hardwareanpassung zur Übergabe von Meldeimpulsen

Darstellung Die Fußgängerschutzanlage Hügelstraße wird mit der Lichtsignalsteuerung am Knotenpunkt so abgestimmt, dass ein uberstauen des Knotenpunktbereichs vermieden wird. Hierzu ist es erforderlich, dass der Verkehr des Stroms von der Hügelstraße-West weitgehend ungehindert abfließen kann. Bei der Maßnahme ist zu beruckichtigen, dass für die Fußgänger auch im ungünstigen Fall die Qualitätsstufe C gewährleistet bleibt und die Freigabe nur dann verzögert wird, wenn tatsächlich Verkehrsströme vorhanden sind.

Begründung und Wirkungsabschätzung Es wurde beobachtet, dass Behinderungen im Abfluss auftreten, da die Knotenpunktausfahrt wegen der gesperrten Fußgängerschutzanlage überlastet war. Eine Vermeidung von Beeinträchtigungen ist erforderlich, um einen sicheren Verkehrsablauf am Knotenpunkt zu gewährleisten.

Nutzen-Kosten-Analyse Für die Abschätzung des Nutzens wird angenommen, dass in den Hauptverkehrszeiten und den Normalverkehrszeiten durch die verbesserte Abstimmung die Anzahl der Halte bei der Überfahrt der Fußgängerschutzanlage um 10% verringert werden kann, was der Verbesserung um eine Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs entspricht. Die eingesparten Wartezeiten werden über die Hauptverkehrszeiten und Normalverkehrszeiten der Werk tage summiert.

<b>Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Vermeidung von Wartezeiten</b>		
<b>Nutzenbeitrag</b>		
Eingesparte Wartezeit pro Kfz	15 s / Kfz	
betroffene Fz / d	585 Kfz / d	
Zeitkostensatz <sup>3</sup>	6,60 € / h	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>3.861 €</b>

<sup>3</sup> Mischkalkulation aus 95% Personenverkehr und 5% Wirtschaftsverkehr, Kostensatz nach EWS 97.

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung	pauschal	5.000 €
Hardwareanpassungen zur Übertragung eines Koordinierungsimpulses	pauschal	1.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>703 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		---
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>703 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>~ 5,5</b>

Hinweis zur Umsetzung

Die Maßnahme sollte mit der Maßnahme V-1 sinnvoll abgestimmt werden, da deren Wirksamkeit durch eine überlastete Knotenpunktausfahrt beeinträchtigt werden kann.

Die Maßnahme ist mittelfristig umsetzbar und sollte mit mittlerer Priorität behandelt werden. Für diese Maßnahme ist eine grundsätzliche Entscheidung über den Umgang mit Eingriffsmöglichkeiten in die Freigabe des Fußgängerverkehrs an Fußgängerschutzanlagen zu treffen (vgl. auch Fallbeispiel 2).

**V-5: Markieren einer Wartelinie zur Verdeutlichung der Wartepflicht beim Linksabbiegen**

Maßnahmentyp      bauliche Maßnahme

Darstellung      Für den nicht gesichert links abbiegenden Verkehr aus der Hügelstraße-West (D) wird im Innenraum des Knotenpunkts eine Wartelinie markiert, um die Wartepflicht zu verdeutlichen.

Begründung und Wirkungsabschätzung      Verringerung der Gefahr von Abbiege-Unfällen mit dem bevorrechtigten entgegenkommenden Verkehr.

Nutzen-Kosten-Analyse      Bei vier Abbiege-Unfällen im betrachteten Strom kann keine signifikante Unfallhäufung festgestellt werden. Daher wird keine quantitative Abschätzung des volkswirtschaftlichen Nutzens durch Unfallvermeidung vorgenommen.

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		<b>Kosten</b>
Markierung	pauschal	200 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>23 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		---
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>23 €</b>

Hinweis zur Umsetzung

Die Maßnahme ist mit geringem Aufwand kurzfristig umsetzbar. Sie sollte mit mittlerer Priorität behandelt werden.

## Anlage 12

### Beispielanwendung 2

#### Darmstadt (A 70):

#### Rhönring – Spessartstraße – Kranichsteiner Straße

### 1 Datenquellen und Durchführung

Es wurden die folgenden Datenquellen genutzt:

#### Grundinformationen Grundlage:

Schritte 2.1, 2.2  
und 2.3

- signaltechnische Unterlagen
- Unterlagen zur makroskopischen Steuerung (Programmschaltzeiten)
- weitere allgemeine Planungsgrundlagen und verkehrstechnische Unterlagen der Stadt Darmstadt (ÖV-Netz und Fahrplan, Radverkehrsnetz, Schulwegeplan, Allgemeine Festlegungen zur anforderungsabhängigen Steuerung von Fußgängern in Darmstadt)
- mündliche Informationen von Mitarbeitern der Abteilung Tiefbau des Straßenverkehrsamts Darmstadt

Ergebnisse aktueller Verkehrserhebungen liegen für den Knotenpunkt nicht vor.

#### Unfalldaten

Grundlage:

Schritt 2.4 und 2.5

- standardisierte Unfalldatensätze (gemäß **Abschnitt 3.4.1.3**) der Jahre 1995 bis 2000
- Unfalldiagramme der polizeilichen Unfallpunktbearbeitung der Jahre 1995 bis 1999
- Protokolle der polizeilichen Unfallerfassung der Jahre 2002 und 2003

Für die örtliche Unfallanalyse wurde die aus einem Vorprojekt vorliegende Auswertung der standardisierten Unfalldatensätze der Jahre 1995 bis 1999 genutzt und durch die Datensätze für 2000 ergänzt. Aus den Informationen der Erfassungsprotokolle der Jahre 2002 und 2003 wurden zunächst standardisierte Unfalldatensätze erzeugt, die ebenfalls in der gleichen Weise ausgewertet wurden. Die Unfalldatensätze wurden in der elektronischen Unfalldatenbank gespeichert.

Hinweis: Wegen eines Wechsels in der Zuständigkeit der Unfallpunktbearbeitung liegen für das Jahr 2001 keine Erfassungsprotokolle und Unfalldiagramme vor. Die Daten konnten für die Untersuchung nicht zugänglich gemacht werden.

#### Prozessdaten

Grundlage:

Schritt 2.6

Datenmitschrift im Steuergerät im Zeitraum vom 29.03. bis 01.04.2004 (Montag bis Donnerstag, 3 Tage).

Inhalt:

- geschaltetes Programm,
- laufende Phase / Phasenübergang

- aktuelle Sekunde im Umlauf
- Signalisierungszustände
- Belegungszustände der Detektoren des MIV sowie des ÖV.

Die Mitschrift der Detektoreninformationen beinhaltet den Anforderungs- oder Belegungszustand der Detektoren gesondert, d. h. eine gespeicherte Anforderung wird bis zur Löschung aufgezeichnet; eine Belegung des Detektors wird durch ein besonderes Merkmal aufgezeichnet.

Hinweis: Aus technischen Gründen war es nicht möglich, zeitgleich mit den Detektorzuständen auch Detektorzählwerte in hochaufgelöster Form aufzuzeichnen. Die Detektorzählwerte werden über gesonderte Ausgabekanäle in aggregierter Form an den Verkehrsrechner übergeben und können von diesem in Fünf-Minuten-Intervallen gespeichert und ausgegeben werden.

### **Betriebsdaten**

#### Schritt 2.7

Automatische Betriebsstörungsmeldungen der Lichtsignalanlage werden in einem Ringspeicher abgelegt, der eine festgelegte Anzahl von ca. 20 Störungsmeldungen, unabhängig vom Zeitraum ihres Auftretens, beinhaltet und von neuen Störungsmeldungen stets überschrieben wird. Der Ringspeicher enthielt daher lediglich Informationen über einen Zeitraum von einem Monat.

Die regelmäßigen Betriebsmeldungen (Umschaltzeiten von Programmen) werden nicht gespeichert, sondern in Form eines schriftlichen Protokolls für alle Lichtsignalanlagen ausgegeben. Einzelne Lichtsignalanlagen können hierbei nicht selektiert werden; eine händische Auswertung dieser Daten über einen längeren Untersuchungszeitraum ist daher aus Aufwandsgründen nicht praktikabel.

Das vorliegende Störungshandbuch liefert handschriftliche Informationen über Eingriffe an der Anlage. Hieraus wurden die Informationen über einen Zeitraum von 4 Jahren ausgewertet.

### **Informationen aus örtlichen Beobachtungen**

#### Schritte 2.8, 2.9 und 2.10

Die Inspektion der Gestaltung des Knotenpunkts sowie die Beobachtung des Verkehrsablaufs wurde an drei Terminen vorgenommen. Dabei wurde der Verkehrsablauf an einem Werktag zur Morgenspitzenzeit (31.03.2004, 7:00 bis 8.30 Uhr) und zur Nachmittagsspitzenzeit (29.03.2004, 16:00 bis 17:30 Uhr) beobachtet.

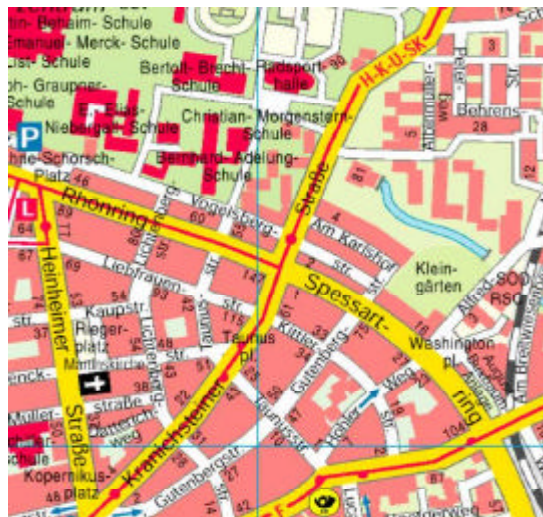
Bei der Beobachtung kam das Inspektions- und Beobachtungsprotokoll gemäß der **Anlage 6** zum Einsatz.

## 2 Darstellung und Qualitätsanalyse

### 2.1 Systemdarstellung und Bewertung der Prozessqualität<sup>1</sup>

#### 2.1.1 Städtebauliche und planerische Randbedingungen

##### Ortslage / Umfeld



Der Knotenpunkt liegt innerorts in Innenstadtrandlage. Im Umfeld befindet sich verdichtete städtische Wohnbebauung in geschlossener Bauweise.

Im weiteren Umfeld befinden sich mehrere Schulen, Sport- und Freizeiteinrichtungen.

**Bild 1:** Lage im Netz; Quelle: Stadt Darmstadt, 2000.

##### Netzfunktion

Der Streckenzug Rhönring – Spessarttring ist eine Hauptverkehrsstraße mit innerörtlicher Verbindungsfunktion. Sie dient zur Entlastung für die zentrale Stadtdurchfahrt der B 26. Die Kranichsteiner Straße-Nord ist eine Hauptverkehrsstraße mit Verbindungsfunktion zwischen der Innenstadt und den nördlichen Stadtteilen. Der südliche Abschnitt ist eine Sammelstraße (Straßenkategorien nach RAS-N, FGSV 1988).

##### Verkehrsaufkommen

Die Verkehrsstromstärken des Kraftfahrzeugverkehrs konnten nicht ermittelt werden, da keine Zählraten vorliegen und aus technischen Gründen kein Zugriff über den Verkehrsrechner auf die Detektorzählwerte möglich war.

Planungsunterlagen sind aus Modellrechnungen folgende Werte für den DTV in den einzelnen Zufahrten zu entnehmen:

A: 18.000 Kfz/24h; B: 22.000 Kfz/24h; C: 9.000 Kfz/24h; D: 18.000 Kfz/24h

Hieraus ergibt sich ein DTV von rund 33.500 Kfz/24h.

Es verkehren Busse der HEAG-Linien H und U planmäßig über den Knotenpunkt. Im ÖV ergibt sich dadurch die folgende Anzahl an Fahrten:

Zufahrt / Strom	HVZ vormittags ÖV [Fz/h]	HVZ nachmittags ÖV [Fz/h]
A (Nord) 2 geradeaus	5	5
C (Süd) 8 geradeaus	5	5

Zählwerte für den Fußgängerverkehr und den Radverkehr liegen nicht vor. Im Fußgängerverkehr herrscht besonders im Bereich der ÖV-Haltestellen ein hohes, im Radverkehr ein mäßiges Aufkommen.

<sup>1</sup> Aussagen der Qualitätsbewertung sind *kursiv* gedruckt.



Rechtsabbieger Die Rechtsabbieger der Kranichsteiner Straße – Nord werden gesondert neben einer Dreiecksinsel geführt.  
In der Zufahrt Kranichsteiner Straße – Süd befindet sich ein überbreiter Mischfahrstreifen für den geradeaus fahrenden und rechts abbiegenden Verkehr.

**Besondere Verkehrs-** Der Bus wird auf der Fahrbahn im Mischverkehr geführt.  
**führung des ÖV**

### Besondere Verkehrsführung des Radverkehrs

Geradeaus fahrende Benutzungsspflichtige Radverkehrsanlagen sind entlang des Streckenzugs  
Radfahrer Rhönring-Spessartring in östlicher Fahrtrichtung sowie in der nördlichen Zufahrt der Kranichsteiner Straße in Fahrtrichtung Süden vorhanden. In allen übrigen Verkehrsbeziehungen fährt der Radverkehr auf der Fahrbahn.

Links abbiegende Für links abbiegenden Radverkehr sind keine gesonderten Verkehrsflächen  
Radfahrer oder Hinweise zur Führung vorhanden.  
*Wegen der einstreifigen Führung auf der Strecke ist direktes Linksabbiegen unproblematisch.*

### Verkehrsführung des Fußgängerverkehrs

Gehwege Dem Fußgängerverkehr stehen in allen Knotenpunktarmen beidseitig der  
Fahrbahn Gehwege zur Verfügung.

Fußgängerfurten



Alle Zufahrten des Knotenpunkts können über Fußgängerfurten gequert werden. Die Rechtsabbiegefahrbahn muss sowohl bei der Querung der Zufahrt Rhönring-West als auch der Kranichsteiner Straße-Nord überquert werden.

*Die Furt über die Zufahrt Kranichsteiner Straße – Nord ist relativ weit aus der Gehrichtung abgerückt. Bordsteinabsenkung und Führung stimmen hier nicht überein. Vorsorge gegen das Überschreiten abseits der Furt ist nicht getroffen.*

**Bild 3:** Aus der direkten Wegbeziehung abgerückte Furt

### Bauliche und sonstige Ausstattung des Knotenpunkts

Inseln In der Zufahrt Kranichsteiner Straße-Nord ist eine Dreiecksinsel vorhanden.

Markierung Haltlinien, Furt- und Fahrstreifenmarkierungen sind vollständig; Hilfsmarkierungen für abbiegende Fahrzeuge sind nicht vorhanden.

Beschilderung Im Knotenpunktbereich sind Tabellenwegweiser vorhanden, Vorwegweiser fehlen.

Zusätzliche Verkehrseinrichtungen im Knotenpunktumfeld



Im nördlichen Zulauf und Ablauf befindet sich beidseitig eine Bushaltestelle. Die Haltestelle ist als Buskap / Niederflurhaltestelle ausgeführt, so dass die Busse auf der Fahrbahn halten.

**Bild 4:** Haltestelle in der Zufahrt A

Reguläre Parkflächen sind lediglich in der Kranichsteiner Straße – Süd (C) vorhanden.

### 2.1.3 Verkehrssteuerung

<b>Betriebszeit</b>	24 Stunden.
<b>Signalprogramm-aktivierung</b>	Es existieren vier zeitplanabhängig geschaltete Signalprogramme mit Umlaufzeiten von 90s (Hauptverkehrszeiten), 70s (Normalverkehrszeiten) und 56s (Schwachverkehrszeiten).
<b>Steuerungsverfahren</b>	Der Knotenpunkt wird mit einer teilverkehrsabhängigen Phasensteuerung mit fester Umlaufzeit, fester Phasenanzahl, teilveränderlicher Phasenfolge und veränderlichen Freigabezeiten gesteuert.
<b>Koordinierung</b>	Der Streckenzug Rhönring – Neckarstraße (Haupttrichtung) wird zur Hauptverkehrszeit morgens in Richtung Westen, nachmittags in Richtung Osten koordiniert gesteuert. Die jeweilige Gegenrichtung ist nur nachrangig, die Kranichsteiner Straße (Nebenrichtung) ist nicht koordiniert.

### Steuerungslogik, Programmstruktur und Programmelemente

Allgemein / Kraftfahrzeugverkehr	<p>Es werden zwei Grundphasen geschaltet. Die Anlage steht in Haupttrichtung Dauergrün, die Nebenrichtung wird nur auf Anforderung freigegeben. Die Linksabbieger sind nicht vollständig gesichert. Außer im Programm zur Hauptverkehrszeit morgens erhalten die Linksabbieger aus dem Rhönring-West eine gesicherte Zugabezeit (Diagonalpfeil).</p> <p>Für den Fall des Störung verkehrsabhängiger Funktionen (Detektorstörung) sind Ersatzparameter definiert. Außerdem sind Festzeiterersatzprogramme hinterlegt.</p>
ÖV	Der ÖV wird gemeinsam mit dem Kraftfahrzeugverkehr signalisiert. Er hat die Möglichkeit, seine Freigabezeit vorzuziehen oder zu verlängern.
Radverkehr / Fußgängerverkehr	<p>Die Freigabe des Fußgängerverkehrs über die Nebenrichtung wird fest in jedem Umlauf parallel zum Kraftfahrzeugverkehr geschaltet. Über die Haupttrichtung wird die Freigabe nur auf Anforderung geschaltet.</p> <p>Die Freigabezeiten der Furten über die Rechtsabbiegefahrbahn und die Zufahrt Kranichsteiner Straße-Nord sind koordiniert. Bei der Überquerung der Zufahrt Rhönring-West muss auf der Dreiecksinsel erneut angehalten werden.</p>

## 2.1.4 Infrastruktur

<b>Steuergerät</b>	SBH MTC 3000, Baujahr 1996
<b>Signalgeber</b>	<p>Die Signalgeber sämtlicher Hauptsignalgruppen sind dreifach vorhanden (Fahrbahnrand, Ausleger). An der gesondert geführten Rechtsabbiegefahrbahn aus der Kranichsteiner Straße (N) wird der Signalgeber einfach auf der Dreiecksinsel wiederholt.</p> <p>Der Signalfelddurchmesser beträgt durchgängig 200 mm.</p>
Signalgeber für den Fußgängerverkehr und den Radverkehr	<p>Die Fußgängerfurten sind mit zweifeldigen Signalgebern ausgestattet. In der Furt über die Zufahrt A sowie über die Zufahrt D in südlicher Richtung sind kombinierte Sinnbilder für Fußgänger und Radfahrer in den Streuscheiben angeordnet. Eigene Signalgeber für den Radverkehr sind nicht vorhanden.</p>
Hilfssignalgeber	<p>Zur Anzeige der gesicherten Zugabezeit für den Linksabbieger aus dem Rhönring-West (D) ist ein Diagonalpfeil angeordnet.</p> <p>Taktile und akustische Signalgeber sind nicht vorhanden.</p> <p><i>Es sind keine Mängel in der Sichtbarkeit und Erkennbarkeit der Signalgeber erkannt worden. Die Anzahl und Anordnung der Signalgeber entspricht den RiLSA. Die Verwendung von Streuscheiben-Sinnbildern entspricht der Verkehrsführung.</i></p>
<b>Detektoren</b>	
Kraftfahrzeugverkehr	<p>Zur Anforderung und Bemessung von Freigabezeiten sind alle signalisierten Fahrstreifen mit Induktionsschleifen ausgestattet (Haupttrichtung: nur zur Bemessung). Die Bemessungsschleifen der geradeaus fahrenden Ströme sind in einem Haltlinienabstand von 25 m angeordnet, die Detektoren der Linksabbiegefahrstreifen der Haupttrichtung liegen an der Haltlinie.</p> <p><i>Der optimale Haltlinienabstand bei dem verwendeten Zeitlückenkriterium von 3,0 s beträgt 40m.</i></p>
ÖV	Die Erfassung des ÖV (Voranmeldung, Anmeldung, Abmeldung) wird über Funkbaken realisiert.
Radverkehr / Fußgängerverkehr	An den Furten über die Haupttrichtung sind Anforderungstaster angebracht.

### 2.1.5 Betriebssicherheit

Kenngröße	Beschreibung und Bewertung
Vorhandensein von Rückfallebenen	Ersatzparameter für den Ausfall von Detektoren sind vorhanden. Festzeiterersatzprogramme sind vorhanden.
Vorhandensein von Betriebsüberwachungsfunktionen	Es findet eine Störungsüberwachung und Störungsmeldearchivierung statt, die zukünftig verbessert wird (Dauerspeicherung statt Ringspeicher). Meldungen über den Ausfall von Detektoren werden erfasst. Abweichungen von der makroskopischen Steuerung (Signalprogrammauswahl) werden nicht automatisch erfasst und gemeldet.
Relative Ausfallhäufigkeit	In den Jahren 2000 bis 2003 sind 26 Störungen aufgetreten:  11 Meldungen der Rotlichtüberwachung 7 nicht näher bezeichnete allgemeine Fehler 6 Grünlampenstörungen 2 Rotlampenstörung
Gesamtausfall LSA je Ereignis	Der Zustand des Anlagenausfalls und die Ausfalldauer werden nicht verzeichnet. Anhand der Störungsarten kann in 9 der aufgezeichneten Fälle von einem Ausfall der Anlage ausgegangen werden (allgemeine Fehler, Rotlampenstörung).  Bei der Störungsbehebung bzw. der Überprüfung der Rotlichtüberwachung wird die Anlage in der Regel für 5 Minuten ausgeschaltet.

## 2.2 Bewertung der Produktqualität: Verkehrssicherheit

### 2.2.1 Unfallkenngrößen, Betrachtungszeitraum: 1999-2000, 2002-2003

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	alle	UD	1 / 4a	28
Unfalldichte mit Personenschaden	alle	UD (P)	1 / 4a	12
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	alle	UD (SP)	1 / 4a	2
Unfalldichte	ÖV	UD <sub>ÖPNV</sub>	1 / 4a	0
Unfalldichte	Rad	UD <sub>Rad</sub>	1 / 4a	1
Unfalldichte mit Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (P)	1 / 4a	1
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (SP)	1 / 4a	0
Unfalldichte UD <sub>Fg</sub>	Fg	UD <sub>Fg</sub>	1 / 4a	1
Unfalldichte mit Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (P)	1 / 4a	1
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (SP)	1 / 4a	1
Unfallrate	alle	UR	1 / (1000 Kfz*a)	n.v.
Unfallrate mit Personenschaden	alle	UR(P)	1 / (1000 Kfz*a)	n.v.
Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD	1.000 €	466
mittlere Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD/U	1.000 €/ U	20,2
Unfallkostenrate (pauschale Unfallkosten)	alle	UKR	€/ (1000 Kfz*a)	n.v.

## 2.2.2 Klassifizierung als Unfallhäufungsstelle

Bewertung nach den Grenzwerten für Unfallhäufungsstellen (UHS), FGSV (1998):

Unfalltypen-Steckkarte	Betrachtungszeitraum	Einheit	Grenzwert Unfalldichte U	Unfalldichte U	Bewertung
Einjahreskarte	1999	1 / a	5 (gleichartige)	3, verteilt auf 3 Unfalltypen	unauffällig
Einjahreskarte	2000	1 / a	5 (gleichartige)	7, verteilt auf 2 Unfalltypen	unauffällig
Einjahreskarte	2001	1 / a	5 (gleichartige)		keine Aussage
Einjahreskarte	2002	1 / a	5 (gleichartige)	10, verteilt auf 6 Unfalltypen	unauffällig
<b>Einjahreskarte</b>	<b>2003</b>	<b>1 / a</b>	<b>5 (gleichartige)</b>	<b>3, verteilt auf 3 Unfalltypen</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (P)	1999-2001	3 / a	5	2+3+x	auffällig
Dreijahreskarte (P)	2000-2002	3 / a	5	3+x+5	auffällig
<b>Dreijahreskarte (P)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>5</b>	<b>x+5+2</b>	<b>auffällig</b>
Dreijahreskarte (SP)	1999-2001	3 / a	3	0+0+x	keine Aussage
Dreijahreskarte (SP)	2000-2002	3 / a	3	0+x+2	keine Aussage
<b>Dreijahreskarte (SP)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>3</b>	<b>x+2+0</b>	<b>keine Aussage</b>

Auffälligkeiten folgen aus der Dreijahreskarte für Unfälle mit Personenschaden. Nach FGSV (1998) handelt es sich damit um eine Unfallhäufungsstelle der Kategorie 2 – Schwer.

## 2.2.3 Zeitliche Entwicklung

Das Unfallgeschehen ist nach Unfalldichte und Unfallschwere sehr indifferent. Zuletzt (2003) war ein deutlicher Rückgang zu beobachten.

## 2.2.4 Charakteristika des Unfallgeschehens, Betrachtungszeitraum: 1999-2000, 2002-2003

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil (%)	Unfallkosten dichte UKD (€)	Unfallkosten dichte Anteil (%)	Auffälligkeit
<b>Programmzeit</b>					
Morgenspitzenprogramm	5	22	318	68	
Tagesprogramm	5	22	35	8	
Nachmittagsspitzenprog.	2	9	17	4	
Schwachlastprogramm	11	48	86	19	
<b>Lichtverhältnisse</b>					
hell	13	59	382	82	Hoher Anteil Unfälle bei Dunkelheit
dämmrig	0	0	0	0	
dunkel	9	41	84	18	
<b>Straßenverhältnisse</b>					
trocken	13	59	253	55	Hoher Anteil Unfälle bei Nässe
nass	9	41	213	45	
winterglatt	0	0	0	0	

Unfalltypen	Gesamt	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Typ 7
Unfälle U	23	3	7	3	1	0	8	1
Unfälle U(P)	12	1	5	3	1	0	2	0

### Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens

Das Unfallgeschehen ist sehr indifferent; im Betrachtungszeitraum können keine auffälligen Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens festgestellt werden.

### 2.2.5 Weitere Qualitätskenngrößen der Verkehrssicherheit

Kenngröße	Bezug	Beschreibung und Bewertung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Rad	Es kann gelegentlich regelwidriges Fahren auf dem Gehweg beobachtet werden (alle Zufahrten)

## 2.3 Bewertung der Produktqualität: Güte des Verkehrsablaufs

### 2.3.1 Beobachtungen: Abfluss und Reststau

Strom	Morgenspitze			Nachmittagsspitze		
	Erg. <sup>2</sup>	Besonderheiten / Beschreibung	QSV	Erg.	Besonderheiten / Beschreibung	QSV
A / 1	0	Reserven vorhanden.	>B	1		>B
A / 2	0	Reserven vorhanden.	>B	2		>B
A / 3	0	Reserven vorhanden.	>B	1		>B
B / 4+5	30	dauerhafter Reststau bis zum stromaufwärts liegenden Knotenpunkt.	E/F	0	In 5 von 10 Umläufen sind Reserven vorhanden.	>B
B / 6	0	Nahezu kein Fahrzeug im Beobachtungszeitraum.	>B	0	Nahezu kein Fahrzeug im Beobachtungszeitraum.	>B
C / 7+8	0	Reserven vorhanden.	>B	0		>B
D / 10+11	0	Reserven vorhanden.	>B	20	Über weite Teile des Beobachtungszeitraums überlastet, da die Ausfahrt wegen Rückstau von stromabwärts liegenden Knotenpunkt überlastet ist.	E/F
D / 12	0	Reserven vorhanden.	>B	0	In einigen Umläufen kein Fahrzeug.	>B

<sup>2</sup> Summe der Kennziffern gemäß Beobachtungsprotokoll, vgl. Anlage 6



Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>3</sup>	Beschreibung und Bewertung	
mittlere Wartezeit Reaktionszeit der Steuerung nach Anmeldung Anzahl erforderlicher Halte	ÖV	BAK	Der ÖV kann weitgehend ungehindert den Knotenpunkt passieren. Die ÖV-Bevorrechtigung ist wirkungsvoll.	+
mittlere / maximale Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte an aufeinanderfolgenden Furten	Fg (Rad)	PDA BAK	Im Fußgängerverkehr wird die maximale Wartezeit nach <i>RiLSA</i> (60 s) bei der Querung über die getrennte Furt in der Zufahrt C überschritten, da eine Querung ohne erneutes Anhalten auf der Mittelinsel in westlicher Gehrichtung nicht möglich ist. (QSV E/F)  An den übrigen Furten treten geringere Wartezeiten auf, QSV D wird erreicht.	-  o / +
Anteil Durchfahrten ohne Halt	MIV	BAK	Zufahrt A: keine Koordinierungswirkung (QSV F).	-
Rückstaulänge	MIV	BAK	In der Zufahrt Kranichsteiner Straße-Nord kann es zu Rückstau kommen, der den ungehinderten Zufluss zu einzelnen Fahrstreifen behindert. Da alle Ströme der Zufahrt jedoch gleichzeitig freigegeben werden, entstehen hieraus keine erheblichen Zeitverluste.	o
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	BAK	Zeitweilig treten Behinderungen im Abfluss auf, wenn in der Ausfahrt B der Rückstau der Fußgängerschutzanlage bis zum Knotenpunkt zurückreicht.	-
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	ÖV	BAK PDA	Behinderungen im Abfluss des ÖV treten nicht auf.	+

## 2.4 Zusammenstellung der Mängelaussagen

Auf der Grundlage der in **Anlage 7** dokumentierten Liste der Mängelaussagen werden für die untersuchten Lichtsignalanlage die folgenden Mängelaussagen festgestellt:

Kenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	Bemerkung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Rad	<b>Es werden Missachtungen der vorge schriebenen Verkehrsführung für den Radverkehr beobachtet.</b>	<b>10</b>	alle Zufahrten: Fahren auf Gehweg
Auftreten von Reststau	MIV	<b>Es kommt zu Reststau, während unverträgliche Ströme Reserven aufweisen.</b>	<b>15</b>	morgens: B nachmittags: D
Rückstaulänge	MIV	<b>Fahrzeuge werden durch Rückstau am Erreichen ihres Fahrstreifens gehindert.</b>	<b>16</b>	Strom 1 durch Strom 2 (A)
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	<b>Der Abfluss von Kraftfahrzeugen wird behindert.</b>	<b>18</b>	nachmittags: Ausfahrt B
Güte der Koordinierung zwischen den Knotenpunkten	MIV	<b>Fahrzeuge fahren nicht auf GRÜN zu.</b>	<b>24</b>	nachmittags: Zufahrt D

### 3 Qualitätsverbesserung

#### 3.1 Zusammenstellung eines Katalogs möglicher Verbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Qualitätsanalyse wurden mögliche Verbesserungsstrategien und zugehörige Maßnahmen identifiziert und auf ihre grundsätzliche Eignung hin überprüft. Die in die nähere Betrachtung einbezogenen Maßnahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt und kommentiert.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>0. Verbessern der Rahmenbedingungen für die lokale Verkehrssteuerung</b>			
<b>Abhilfe 0.1: Verringern der Verkehrsnachfrage.</b>			
0.1.0.3	Verlagern von Verkehrsströmen auf andere Strecken, so dass sie den Knotenpunkt nicht mehr befahren.	18	Wird erst langfristig mit Umgehungsstraße erreicht. → wird nicht weiter verfolgt.
0.2.0.1	Beschränken des Zuflusses vom Nachbar-knotenpunkt.	18	Keine Alternativen verfügbar. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>1. Verbessern der Erkennbarkeit und Übersichtlichkeit des Knotenpunkts</b>			
<b>Abhilfe 1.3: Verbessern und Verdeutlichen der Verkehrsführung für den Radverkehr.</b>			
1.4.1.1	Einrichten gesonderter Radverkehrsflächen im Knotenpunktbereich (Aufheben der gemeinsamen Führung mit dem Kraftfahrzeugverkehr).	10	Ohne Reduktion der Fahrstreifenbreite nicht möglich. → Merkposten für eine mögliche Umgestaltung nach Inbetriebnahme der Umgehungsstraße.
1.4.2.3	Bereitstellen von Aufstellflächen für indirekt links abbiegende Radfahrer.	10	nicht erforderlich → wird nicht weiter verfolgt.
<b>5. Erhöhen der Kapazität der Lichtsignalsteuerung.</b>			
<b>Abhilfe 5.1: Verringern von Verlustzeiten.</b>			
1.2.1.1	Ändern der Fahrstreifenaufteilung.	16	Keine Verbesserung möglich. → wird nicht verfolgt.
2.5.0.4	Verringern der Eingriffsmöglichkeiten des ÖV (in feindliche Freigabezeiten / in die Koordinierung).	16	Eingriffe des ÖV sind nicht als Ursache anzusehen. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Abhilfe 5.2: Anpassen der Umlaufzeit.</b>			
2.2.0.1	Anpassen der Umschaltzeitpunkte in der zeitplanabhängigen Programmaktivierung.	16	nicht ursächlich → wird nicht weiter verfolgt.
2.2.0.2	Einrichten einer verkehrsabhängigen Programmaktivierung.	16	nicht ursächlich → wird nicht weiter verfolgt.
2.7.2.1	Verändern der Umlaufzeit.	16	nicht ursächlich → wird nicht weiter verfolgt.
<b>6. Verbessern der Freigabezeitbemessung.</b>			
<b>Abhilfe 6.1: Verbessern der Anpassung der Freigabezeitbemessung an den Bedarf.</b>			
2.2.0.1	Anpassen der Umschaltzeitpunkte in der zeitplanabhängigen Programmaktivierung.	15	nicht ursächlich → wird nicht weiter verfolgt.
2.2.0.2	Einrichten einer verkehrsabhängigen Programmaktivierung.	15	nicht ursächlich → wird nicht weiter verfolgt.
2.5.0.12	Einrichten einer Stauraumüberwachung.		nicht erforderlich → wird nicht weiter verfolgt.
2.7.3.2	Verlängern der Kernbereiche / Erlaubnisbereiche der Freigabezeiten (bei verkehrsabhängiger Steuerung).	15, 16	→ wird vorgeschlagen (Zugabezeit / Phase II).
2.7.3.3	Verkürzen der Kernbereiche / Erlaubnisbereiche der Freigabezeiten (bei verkehrsabhängiger Steuerung).	32	→ wird vorgeschlagen (Zugabezeit / Phase II).
3.3.1.5	Verbessern der Erfassung von Zeitlücken im Kraftfahrzeugstrom (Anordnen zusätzlicher Detektoren/ Vergrößern des Haltlinienabstands der Detektoren).	15, 16, 32	nicht erforderlich → wird nicht weiter verfolgt.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>Abhilfe 6.2: Erhöhen der Flexibilität der Abwicklung des ÖPNV.</b>			
0.2.0.3	Überprüfen der Strategie der ÖPNV-Bevorrechtigung (Grad der Priorisierung).	32	nicht ursächlich / zielführend → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Abhilfe 6.4: Verbessern der Erfassung von Verkehrsströmen.</b>			
3.3.1.1	Anordnen von Detektoren zur Erfassung von Verkehrsströmen.	32	Verkehrsströme werden erfasst → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.2	Anordnen redundanter Detektoren zur Absicherung.	15, 16	kein Hinweis auf Fehlerfassungen → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.3	Verändern der Detektionstechnik.	22	kein Hinweis auf Fehlerfassungen → wird nicht weiter verfolgt.
<b>8. Verbessern der Koordinierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
<b>Abhilfe 8.6: Verringern der Möglichkeit störender Eingriffe in die Koordinierung.</b>			
2.5.0.9	Verringern der Eingriffsmöglichkeiten des Fußgängerverkehrs / Radverkehrs in feindliche Freigabezeiten / in die Koordinierung.	24	→ wird vorgeschlagen (FSA im Zufluss).

Aus den verbliebenen Maßnahmen werden nach der Prüfung der ihrer Verträglichkeit Handlungsempfehlungen abgeleitet, die im Folgenden beschrieben, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Kosten bewertet und mit Hinweisen zur Umsetzung versehen sind.

### 3.2 Einzeldarstellung

#### Instandsetzungsmaßnahmen

Zur Wiederherstellung der vollen Funktionalität der Lichtsignalanlage wird die folgende Instandsetzungsmaßnahme empfohlen:

#### ***I-1: Verbessern der Überwachung der zeitplanabhängigen Signalprogrammauswahl***

Darstellung	Die Umsetzung der zeitplanabhängigen Signalprogrammauswahl ist wirkungsvoll zu überwachen. Hierfür sind erforderlich: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ die Absicherung der Kommunikation zwischen dem Betriebsführungsrechner und den Steuergeräten,</li> <li>➤ die automatische Meldung und Aufzeichnung des Vollzugs / Nichtvollzugs der Umschaltung gemäß Zeitplan zur Ermöglichung einer direkten Reaktion und</li> <li>➤ die Bereitstellung der Daten in elektronischer Form zur Analyse von Störungen und Betriebsabweichungen.</li> </ul>
Begründung	Die nicht vollzogene Umschaltung des Signalprogramms führt zu Mängeln im Verkehrsablauf. Neben zusätzlichen Wartezeiten können auch Verkehrsgefährdungen aufscheinen (unerwartete Signalabläufe, Rückstaus). Besonders in den Hauptverkehrszeiten muss daher zeitnah auf eine falsche Programmauswahl reagiert werden können.  Die in der Prozessdatenaufzeichnung registrierte mehrtägige Verbleib im Nachmittagsspitzenprogramm wurde nicht als Fehler/Störung erkannt.
Hinweis	Diese Maßnahme ist im Gesamtnetz zu betrachten (vgl. Probleme bei der Übertragung des Koordinierungsimpulses im Fallbeispiel 1). Bei der bevorstehenden Inbetriebnahme des neuen Betriebsführungsrechners sollte auf die Bereitstellung einer entsprechenden Überwachungsfunktionen geachtet werden.

## Verbesserungsmaßnahmen

### V-1: *Bedarfsabhängige Schaltung der Zugabezeit der Linksabbieger aus dem Rhönring*

Maßnahmentyp	Logikanpassungen, Parameteranpassungen
Darstellung	Die Zugabezeit wird nur noch bei Dauerbelegung des links abbiegenden Stroms aus dem Rhönring-West (D) geschaltet. Im Morgenspitzenprogramm bleibt die Zugabezeit weiterhin ausgeschlossen. Alternativ: die Zugabezeit entfällt komplett.
Begründung und Wirkungsabschätzung	Bei den Beobachtungen wurde festgestellt, dass die zusätzliche Freigabezeit nicht für den Abfluss von Fahrzeugen benötigt wird. Alle Fahrzeuge konnten sich im Knotenpunktbereich aufstellen und während der Übergangszeit abfließen.  Durch den Wegfall der Zugabezeit kann die Kapazität des ausgelasteten Hauptverkehrsstroms des Spessarttrings – Ost (B) erhöht und dessen Wartezeit verringert werden.  Da Signalgeber und Anforderungsdetektor vorhanden sind, wird vorgeschlagen, auf die Möglichkeit einer Zugabezeit nicht ganz zu verzichten, um auf Einzelereignisse reagieren zu können.

Nutzen-Kosten-Analyse

Der Nutzen ergibt sich aus der Verringerung der Auslastung der Zufahrt Rhönring-Ost (B). Der Wegfall der Zugabezeit führt dazu, dass sich die Freigabezeit für den Strom 5 um den Betrag der Zugabezeit verlängert. Es wird der resultierende Wartezeitgewinn im Zustand ohne Reststau ( $g < 0,65$ ) abgeschätzt und über die Hauptverkehrszeit nachmittags aufsummiert. Die noch erheblich darüber hinaus gehenden positiven Effekte, die durch die Vermeidung oder Verringerung des Reststaus bei höheren Auslastungsgraden vorhanden sind, werden hier nicht berücksichtigt.

Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Unfallvermeidung		
<b>Nutzenbeitrag</b>		
Eingesparte Wartezeit pro Kfz	10 s / Kfz	
betroffene Kfz / d (Abschätzung)	900 Kfz / d	
Zeitkostensatz <sup>4</sup>	6,60 €/h	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>3.960 €</b>
<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Erstellen der verkehrstechnischen Planung und Umsetzung in der Steuerungssoftware	pauschal	3.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>352 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		<b>---</b>
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>293 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>13,5</b>

Hinweis zur Umsetzung

Die Maßnahme kann kurzfristig umgesetzt werden. Da sie zur Verbesserung des Verkehrsablaufs beiträgt, aber nicht sicherheitsrelevant ist, ist sie mit mittlerer Priorität zu behandeln.

<sup>4</sup> Mischkalkulation aus 95% Personenverkehr und 5% Wirtschaftsverkehr, Kostensatz nach EWS, FGSV 1997.

**V-2: Beseitigen / Verringern der Eingriffe der Fußgängerschutzanlage in die Koordinierung**

**Maßnahmentyp** Anpassungen übergeordneter Festlegungen; Logikanpassungen, Parameteranpassungen; ggf. erforderlich: Hardwareanpassungen zur Übergabe von Koordinierungsmeldungen.

**Darstellung** Zur Verbesserung der Koordinierungsfunktion wird in bestimmten Zeitbereichen (Hauptverkehrszeit) der Eingriff der Fußgängerschutzanlage in die Koordinierung erschwert. Hierbei werden in Abhängigkeit von der Lage des Grünbandes Zeitfenster definiert, in denen die Freigabe des Fußgängerverkehrs an der Fußgängerschutzanlage verzögert wird. Die Freigabe ist jedoch so zeitnah zu realisieren, dass mindestens die Qualitätsstufe C ( $w < 25$  s) gewährleistet bleibt.

**Begründung und Wirkungsabschätzung** Bei Eingriffen in den koordinierten Abfluss von Fahrzeugströmen entstehen erhebliche Wartezeiten, da in der Regel zusätzlich zur Wartezeit an der Fußgängerschutzanlage auch Wartezeiten am Folgeknotenpunkt auftreten.

Bei sehr starkem Fußgängerverkehrsaufkommen, das zu einer Anforderung in nahezu jedem Umlauf führt (Schulanfangs- und Schulschlusszeiten), treten bereits auf Grund der Mindestfreigabezeiten längere Wartezeiten für den Fußgängerverkehr auf, so dass sich eine Teilanpassung an die Koordinierung weniger nachteilig auswirkt.

**Nutzen-Kosten-Analyse** Für die Abschätzung des Nutzens wird davon ausgegangen, dass die Anzahl der Halte um 10% verringert werden kann (Verbesserung um eine Qualitätsstufe nach HBS). Für die zusätzlich haltenden Fahrzeuge wird eine Wartezeit in Höhe der mittleren Sperrzeit angesetzt. Die Zeitverluste werden über die werktäglichen Hauptverkehrszeiten aufsummiert.

<b>Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Minderung der Wartezeiten</b>		
<b>Nutzenbeitrag</b>		
Eingesparte Wartezeit pro Kfz	19 s / Kfz	
betroffene Kfz / d (Abschätzung)	4.500 Kfz / d	
Zeitkostensatz <sup>5</sup>	6,60 €/h	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>37.620 €</b>

**Hinweis zur Umsetzung:**

Für diese Maßnahme ist eine grundsätzliche strategische Entscheidung zum Umgang mit Fußgängerschutzanlagen im Zuge von Koordinierungen erforderlich. Sie ist daher mittel- bis langfristig umzusetzen.

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung	pauschal	5.000 €
Hardwareanpassungen zur Übertragung eines Koordinierungsimpulses	pauschal	1.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>703 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		<b>---</b>
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>703 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>~ 50</b>

<sup>5</sup> Mischkalkulation aus 95% Personenverkehr und 5% Wirtschaftsverkehr, Kostensatz nach EWS 97.

---

## Anlage 13

### Beispielanwendung 3

#### Darmstadt (A 94): Gräfenhäuser Straße – Langener Straße

##### 1 Datenquellen und Durchführung

Es wurden die folgenden Datenquellen genutzt:

###### Grundinformationen Grundlage:

Schritte 2.1, 2.2  
und 2.3

- signaltechnische Unterlagen
- weitere allgemeine Planungsgrundlagen und verkehrstechnische Unterlagen der Stadt Darmstadt (ÖV-Netz und Fahrplan, Radverkehrsnetz, Schulwegeplan, Allgemeine Festlegungen zur anforderungsabhängigen Steuerung von Fußgängern in Darmstadt)
- mündliche Informationen von Mitarbeitern der Abteilung Tiefbau des Straßenverkehrsamts Darmstadt

Zur Ermittlung der Verkehrsbelastung in der morgendlichen Spitzenstunde wurde eine Verkehrszählung durchgeführt. Außerdem wurde eine Auswertung der aggregierten Daten der Detektoren aus dem Verkehrsrechner ausgelesen und ausgewertet.

###### Unfalldaten Grundlage:

Schritt 2.4 und 2.5

- standardisierte Unfalldatensätze (gemäß **Abschnitt 3.4.1.3**) der Jahre 1995 bis 2000
- Unfalldiagramme der polizeilichen Unfallpunktbearbeitung der Jahre 1995 bis 1999
- Protokolle der polizeilichen Unfallerefassung der Jahre 2002 und 2003

Für die örtliche Unfallanalyse wurde die aus einem Vorprojekt vorliegende Auswertung der standardisierten Unfalldatensätze der Jahre 1995 bis 1999 genutzt und durch die Datensätze für 2000 ergänzt. Aus den Informationen der Erfassungsprotokolle der Jahre 2002 und 2003 wurden zunächst standardisierte Unfalldatensätze erzeugt, die in der gleichen Weise ausgewertet wurden. Die Unfalldatensätze wurden in einer elektronischen Unfalldatenbank gespeichert.

Hinweis: Wegen eines Wechsels in der Zuständigkeit der Unfallpunktbearbeitung liegen für das Jahr 2001 keine Erfassungsprotokolle und Unfalldiagramme vor. Die Daten konnten für die Untersuchung nicht zugänglich gemacht werden.

<b>Prozessdaten</b>	Grundlage:
Schritt 2.6	Datenmitschrift im Steuergerät im Zeitraum vom 05. bis 08.04.2004 (Montag bis Donnerstag, 3 Tage). Inhalt: <ul style="list-style-type: none"><li>➤ geschaltetes Programm,</li><li>➤ laufende Phase / Phasenübergang</li><li>➤ aktuelle Sekunde im Umlauf</li><li>➤ Signalisierungszustände</li><li>➤ Belegungszustände der Detektoren des MIV sowie des ÖV.</li></ul> Die Mitschrift der Detektoreninformationen beinhaltet den Anforderungs- oder Belegungszustand der Detektoren gesondert, d. h. eine gespeicherte Anforderung wird bis zur Löschung aufgezeichnet; eine Belegung des Detektors wird durch ein besonderes Merkmal aufgezeichnet. Hinweis: Aus technischen Gründen war es nicht möglich, zeitgleich mit den Detektorzuständen auch Detektorzählwerte in hochaufgelöster Form aufzuzeichnen. Die Detektorzählwerte werden über gesonderte Ausgabekanäle in aggregierter Form an den Verkehrsrechner übergeben und können von diesem in Fünf-Minuten-Intervallen gespeichert und ausgegeben werden.
<b>Betriebsdaten</b>	Automatische Betriebsstörungsmeldungen der Lichtsignalanlage werden in einem Ringspeicher abgelegt, der eine festgelegte Anzahl von ca. 20 Störungsmeldungen, unabhängig vom Zeitraum ihres Auftretens, aufzeichnet und von neuen Störungsmeldungen stets überschrieben wird. Der Ringspeicher enthielt lediglich Informationen über einen Zeitraum von 7 Monaten. Die regelmäßigen Betriebsmeldungen (Umschaltzeiten von Programmen) werden nicht gespeichert, sondern in Form eines schriftlichen Protokolls für alle Lichtsignalanlagen ausgegeben. Einzelne Lichtsignalanlagen können hierbei nicht selektiert werden; eine händische Auswertung dieser Daten über einen längeren Untersuchungszeitraum ist aus Aufwandsgründen nicht praktikabel. Das vorliegende Störungshandbuch liefert handschriftliche Informationen über Eingriffe an der Anlage. Hieraus wurden die Informationen über einen Zeitraum von 4 Jahren ausgewertet.
<b>Informationen aus örtlichen Beobachtungen</b>	Die Inspektion der Gestaltung des Knotenpunkts sowie die Beobachtung des Verkehrsablaufs wurde an drei Terminen vorgenommen. Dabei wurde der Verkehrsablauf jeweils an einem Werktag zur Morgenspitzenzeit (30.03.2004, 7:00 bis 8:30 Uhr) und zur Nachmittagspitzenzeit (31.03.2004, 16:00 bis 17:30 Uhr) beobachtet. Bei der Beobachtung kam das Inspektions- und Beobachtungsprotokoll gemäß der <b>Anlage 6</b> zum Einsatz.
Schritte 2.8, 2.9 und 2.10	

## 2 Darstellung und Qualitätsanalyse

### 2.1 Systemdarstellung und Bewertung der Prozessqualität<sup>1</sup>

#### 2.1.1 Städtebauliche und planerische Randbedingungen

##### Ortslage und Umfeld



Der Knotenpunkt befindet sich außerorts. Das Umfeld ist nicht bebaut, im Süden grenzt das Gelände der Kläranlage an den Knotenpunkt an.

##### Verkehrsrelevante Einrichtungen im Umfeld

Im direkten Knotenpunktumfeld befinden sich keine besonders verkehrsrelevanten Einrichtungen.

**Bild 1:** Lage im Netz;  
Quelle: Stadt Darmstadt, 2000.

##### Netzfunktion

Bei den am Knotenpunkt verknüpften Strecken handelt es sich um überregionale Straßen mit Verbindungsfunktion. Sie dienen der Anbindung der Stadt Darmstadt an das Fernstraßennetz sowie der Verbindung mit der Region. Der Knotenpunkt verknüpft die von Norden nach Osten verlaufende Bundesstraße 3 mit der am Knotenpunkt beginnenden Bundesstraße 42 (Straßenkategorien nach RAS-N, FGSV 1988).

##### Verkehrsaufkommen

Eine Mitschrift der Detektorwerte ergab für die einzelnen Verkehrsströme die in der Tabelle dargestellten Verkehrsstärken für den Kraftfahrzeugverkehr (gemittelte Werte der Werktage Dienstag bis Donnerstag). Auf der Grundlage der gegebenen Werte wird der DTV auf rund 45.500 Kfz/24h geschätzt.

Im ÖV verkehren Busse der Linien 5514 und 5515 der DADINA planmäßig über den Knotenpunkt. Während der Hauptverkehrszeiten fahren fünf Fahrzeuge je Stunde und Richtung über den Knotenpunkt.

Es ergeben sich die in der Tabelle dargestellten Verkehrsstärken.

Zufahrt / Strom	HVZ vormittags Zählung [Kfz/h]	HVZ vormittags Detektorw. MIV [Fz/h]	HVZ nachm. Detektorw. MIV [Fz/h]	HVZ vormittags Plan ÖV [Fz/h]	HVZ nachm. Plan ÖV [Fz/h]
A (Nord) 1 RA	304	n.v.	n.v.	---	---
A (Nord) 3 LA	350	328	397	---	---
B (Ost) 4 RA	153	n.v.	n.v.	---	---

<sup>1</sup> Aussagen der Qualitätsbewertung sind *kursiv* gedruckt.

Zufahrt / Strom	HVZ vormittags Zählung [Kfz/h]	HVZ vormittags Detektorw. MIV [Fz/h]	HVZ nachm. Detektorw. MIV [Fz/h]	HVZ vormittags Plan ÖV [Fz/h]	HVZ nachm. Plan ÖV [Fz/h]
B (Ost) 5 G	929	1459	957	5	5
C (Süd) 7 RA	---	3	7	---	---
D (West) 10 RA	---	n.v.	n.v.	---	---
D (West) 11 G	1609	1438	1422	5	5
D (West) 12 LA	360	280	283	---	---

Zählwerte für den Fußgängerverkehr und den Radverkehr liegen nicht vor. Für beide Gruppen wurde ein geringes Aufkommen beobachtet.

### 2.1.2 Knotenpunktentwurf

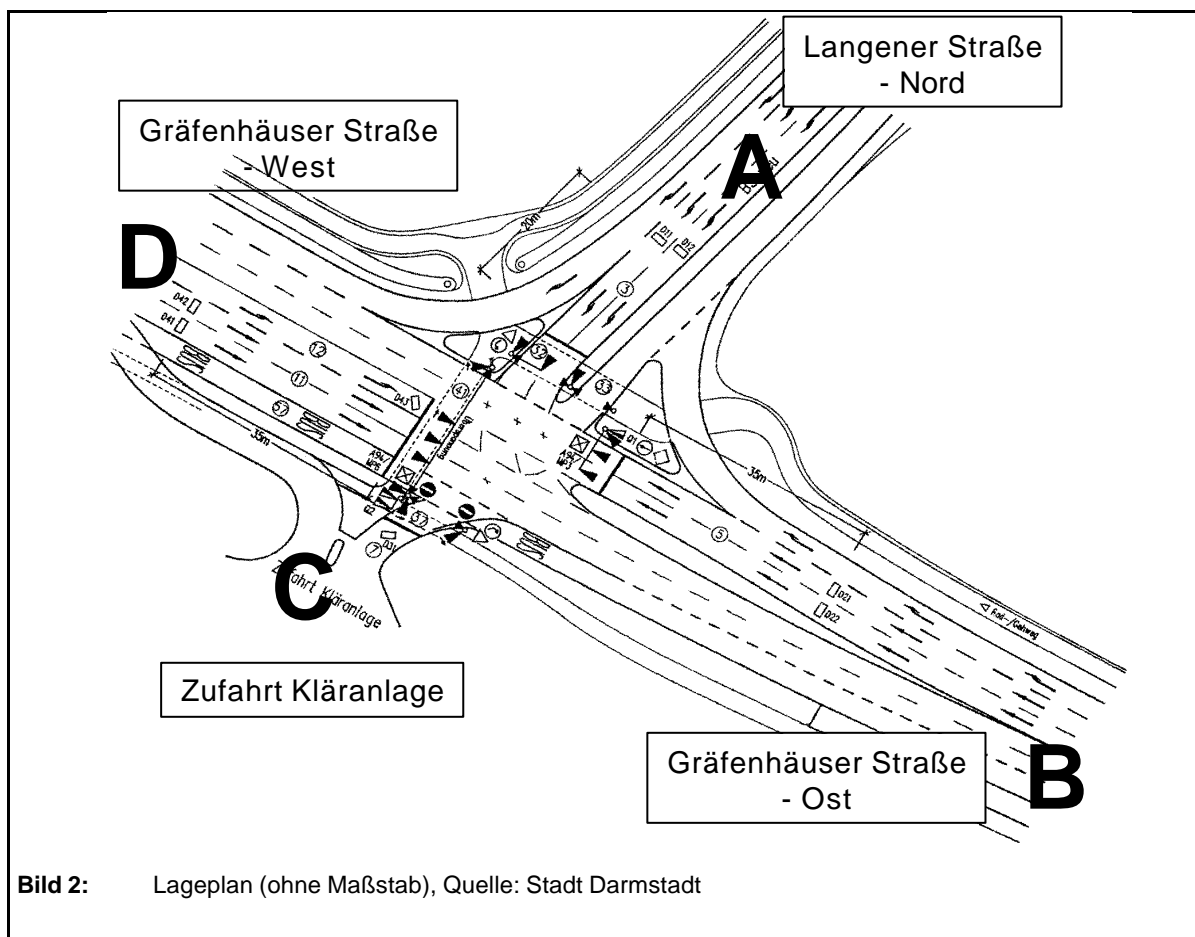


Bild 2: Lageplan (ohne Maßstab), Quelle: Stadt Darmstadt

#### Fahrraumgestaltung

Linienführung und Sichtfelder

*Der Knotenpunkt ist in ausreichender Haltesichtweite gut zu erkennen und trotz seiner Größe übersichtlich.*

Fahrbahnoberfläche

*Keine auffälligen Schäden.*

## Allgemeine Verkehrsführung

Geradeaus fahrender Verkehr	Die Gräfenhäuser Straße ist in ihrem Streckenverlauf zweistreifig ausgebaut. Im Knotenpunktbereich kommen Abbiegefahrstreifen hinzu. Die einstreifige Langener Straße erhält im Zulauf zum Knotenpunkt einen Rechtsabbiegefahrstreifen sowie zwei Linksabbiegefahrstreifen. Der Geradeausverkehr in die Einfahrt zum Gelände der Kläranlage ist nicht erlaubt. Die Ausfahrt vom Gelände der Kläranlage ist lediglich nach rechts möglich.
Linksabbieger	Linksabbieger sind in der Gräfenhäuser Straße-West und der Langener Straße zugelassen. Von der Gräfenhäuser Straße-Ost darf nicht auf das Gelände der Kläranlage abgelenkt werden.
Rechtsabbieger	Die Rechtsabbieger der Langener Straße und der Gräfenhäuser Straße-Ost werden gesondert neben einer Dreiecksinsel geführt. Rechtsabbieger aus der Gräfenhäuser Straße-West auf das Gelände der Kläranlage werden bereits vor dem Knotenpunkt über den Busfahrstreifen und den Radweg ausgefädelt und unsignalisiert abgeführt.
<b>Besondere Verkehrsführung des ÖV</b>	Der Bus wird auf der Gräfenhäuser Straße in östlicher Richtung auf einem Sonderfahrstreifen in Seitenlage geführt. In der Gegenrichtung fährt der Bus im Mischverkehr mit dem MIV.
<b>Besondere Verkehrsführung des Radverkehrs und des Fußgängerverkehrs</b>	<p>Radverkehr und Fußgängerverkehr werden entlang der Hauptrichtung in beiden Fahrtrichtungen auf gemeinsamen Geh- und Radwegen geführt. In der Langener Straße verläuft ein Zweirichtungsradweg auf der westlichen Seite.</p> <p>Die Rechtsabbiegefahrbahnen werden vom Geh- und Radweg unsignalisiert gekreuzt, der Kraftfahrzeugverkehr ist bevorrechtigt. Die Furt über die Langener Straße wird durch eine Mittelinsel geteilt. Die Furten sind nur gering abgerückt, die Führung ist umwegarm.</p> <p>Die Gräfenhäuser Straße kann nur über ihre westliche Zufahrt überquert werden, in der östlichen Zufahrt ist keine Furt vorhanden.</p>

## Bauliche und sonstige Ausstattung des Knotenpunkts

Inseln	In der Zufahrt und Ausfahrt der Langener Straße sind jeweils eine Dreiecksinsel zur Führung der Rechtsabbieger / -einbieger vorhanden. Die Langener Straße ist außerdem durch eine Mittelinsel getrennt. Für Fußgänger und Radfahrer entstehen somit bei der Querung der Langener Straße vier Teilfurten.
Markierung	<i>Die Markierung ist vollständig und gut erkennbar.</i>
Beschilderung	In allen Richtungen sind Vorwegweiser und Tabellenwegweiser vorhanden. <i>Platzierung und Inhalte der wegweisenden Beschilderung weisen keine Besonderheiten / Mängel auf.</i>
Beleuchtung	Der Knotenpunkt ist beleuchtet.
	Leit- und Absperranlagen, ÖV-Haltestellen, Grundstückszufahrten und Parkflächen sind im Umfeld des Knotenpunkts nicht vorhanden.

### 2.1.3 Verkehrssteuerung

<b>Betriebszeit</b>	24 Stunden.
<b>Signalprogramm-aktivierung</b>	Es existieren vier zeitplanabhängig geschaltete Signalprogramme mit Umlaufzeiten von 90s (Hauptverkehrszeiten), 70s (Normalverkehrszeiten) und 56s (Schwachverkehrszeiten).
<b>Steuerungsverfahren</b>	Der Knotenpunkt wird teilverkehrsabhängig mit fester Umlaufzeit, veränderlicher Phasenanzahl, teilveränderlicher Phasenfolge und veränderlichen Freigabezeiten gesteuert.
<b>Koordinierung</b>	Die Lichtsignalanlage ist mit der stadteinwärts benachbarten Lichtsignalanlage Gräfenhäuser Straße – Otto-Röhm-Straße koordiniert. Dabei werden morgens der Verkehrsstrom nach Osten (stadteinwärts), nachmittags der Verkehrsstrom nach Westen koordiniert. Die Langener Straße ist nicht koordiniert.

#### Steuerungslogik, Programmstruktur und Programmelemente

Allgemein / Kraftfahrzeugverkehr	<p>Es sind vier Grundphasen vorgesehen. Dabei werden alle Linksabbieger gesichert geführt.</p> <p>Die Hauptrichtungen sowie der Linksabbiegestrom der Nebenrichtung werden in jedem Umlauf freigegeben und können ihre Freigabezeit über Zeitlückensteuerung verlängern. Der Linksabbiegestrom aus der Gräfenhäuser Straße-West sowie die Ausfahrt der Kläranlage werden nur auf Anforderung geschaltet.</p> <p>Für den Fall der Störung verkehrsabhängiger Funktionen (Detektorstörung) sind Ersatzparameter definiert. Außerdem sind Festzeiterersatzprogramme hinterlegt.</p>
ÖV	Der ÖV wird parallel zu den Kraftfahrzeugströmen freigegeben, kann aber die Freigabezeit besonders verlängern oder feindliche Freigabezeiten abbrechen.
Radverkehr / Fußgängerverkehr	<p>Der Fußgängerverkehr und Radverkehr wird parallel zur Gräfenhäuser Straße in jedem Umlauf, über die Gräfenhäuser Straße jedoch nur auf Anforderung freigegeben.</p> <p>Die Freigabezeiten an den Teilfurten über die Langener Straße sind so koordiniert, dass beide Furten ohne oder mit nur geringem Zwischenaufenthalt überquert werden können.</p>

### 2.1.4 Infrastruktur

<b>Steuergerät</b>	SBH MTC 3000, Baujahr 1998.
<b>Signalgeber</b>	In der Gräfenhäuser Straße wird die Signalisierung über jedem Fahrstreifen wiederholt. In der Nebenrichtung sind drei Signalgeber vorhanden. Der Leuchtfelddurchmesser beträgt überall 200 mm.
ÖV	Der ÖV wird in der Zufahrt Gräfenhäuser Straße-West mit einem Signalgeber nach BOStBa signalisiert. In der Gegenrichtung ist kein gesonderter Signalgeber vorhanden, der ÖV wird hier gemeinsam mit dem Kraftfahrzeugverkehr signalisiert.

Fußgängerverkehr und Radverkehr      Fußgängerverkehr und Radverkehr werden gemeinsam signalisiert. Die Signalgeber sind in den jeweils zulässigen Fahrrichtungen des Radverkehrs mit einem kombinierten Sinnbild Fußgänger und Radfahrer ausgestattet.

Hilfssignalgeber sowie taktile und akustische Signale sind nicht vorhanden.

### Detektoren

Kraftfahrzeugverkehr      Sämtliche signalisierten Fahrstreifen sind mit Erfassungseinrichtungen (Induktivschleifen) ausgestattet. Die in jedem Umlauf freigegebenen Ströme sind mit Bemessungsschleifen versehen. Der Haltlinienabstand beträgt in der Hauptrichtung 35 m, in der Nebenrichtung 20 m. Die übrigen Fahrstreifen sind mit haltliniennahen Schleifen ausgestattet. Die nicht signalisierten Rechtsabbieger werden nicht erfasst.

ÖV      Die Fahrzeuge des ÖV realisieren ihre Voranmeldung, Anmeldung und Abmeldung über Funkbaken an Meldepunkten.

Fußgängerverkehr und Radverkehr      Zur Anforderung der Freigabe an der Furt über die Hauptrichtung sind Anforderungstaster vorhanden.

Verkehrsüberwachungseinrichtungen sind nicht vorhanden.

### 2.1.5 Betriebssicherheit

Kenngröße	Beschreibung und Bewertung
Vorhandensein von Rückfallebenen	Ersatzparameter für den Ausfall von Detektoren sind vorhanden. Es werden Festzeiterersatzprogramme vorgehalten.
Vorhandensein von Betriebsüberwachungsfunktionen	Es findet eine Störungsüberwachung und Störungsmeldearchivierung statt, die zukünftig verbessert wird (Dauerspeicherung statt Ringspeicher). Meldungen über Dauerbelegungen von Detektoren werden erfasst. Abweichungen von der makroskopischen Steuerung (Signalprogrammauswahl) werden nicht automatisch erfasst und gemeldet.
Relative Ausfallhäufigkeit	In den Jahren 2000 bis 2003 sind 23 Störungen aufgetreten: 11 Meldungen der Rotlichtüberwachung 4 Rotlampenstörungen 4 Grünlampenstörungen 2 Störungen weiterer Signale 1 Netzteilerausfall 1 Detektor auf Dauerbelegung.
Gesamtausfall LSA je Ereignis	Der Zustand des Anlagenausfalls und die Ausfalldauer werden nicht protokolliert. Anhand der Störungsarten kann in 5 der aufgezeichneten Fälle von einem Ausfall der Anlage ausgegangen werden (allgemeine Fehler, Rotlampenstörung).  Bei der Störungsbehebung bzw. der Überprüfung der Rotlichtüberwachung wird die Anlage in der Regel für 5 Minuten ausgeschaltet.

## 2.2 Bewertung der Produktqualität: Verkehrssicherheit

### 2.2.1 Unfallkenngrößen, Betrachtungszeitraum: 1999-2000, 2002-2003

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	alle	UD	1 / 4a	18
Unfalldichte mit Personenschaden	alle	UD (P)	1 / 4a	5
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	alle	UD (SP)	1 / 4a	1
Unfalldichte	ÖV	UD <sub>ÖPNV</sub>	1 / 4a	0
Unfalldichte	Rad	UD <sub>Rad</sub>	1 / 4a	0
Unfalldichte mit Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (P)	1 / 4a	0
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (SP)	1 / 4a	0
Unfalldichte UD <sub>Fg</sub>	Fg	UD <sub>Fg</sub>	1 / 4a	0
Unfalldichte mit Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (P)	1 / 4a	0
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (SP)	1 / 4a	0
Unfallrate	alle	UR	1 / (1000 Kfz*a)	0,099
Unfallrate mit Personenschaden	alle	UR(P)	1 / (1000 Kfz*a)	0,027
Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD	1.000 €	267
mittlere Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD/U	1.000 €/ U	14,8
Unfallkostenrate (pauschale Unfallkosten)	alle	UKR	€/ (1000 Kfz*a)	1.467

### 2.2.2 Klassifizierung als Unfallhäufungsstelle

Bewertung nach den Grenzwerten für Unfallhäufungsstellen (UHS), FGSV (1998):

Unfalltypen-Steckkarte	Betrachtungszeitraum	Einheit	Grenzwert Unfalldichte U	Unfalldichte U	Bewertung
Einjahreskarte	1999	1 / a	5 (gleichartige)	8 (Typ 6)	auffällig
Einjahreskarte	2000	1 / a	5 (gleichartige)	---	keine Aussage
Einjahreskarte	2001	1 / a	5 (gleichartige)	---	keine Aussage
Einjahreskarte	2002	1 / a	5 (gleichartige)	insgesamt 3 U, 2 Unfalltypen	unauffällig
<b>Einjahreskarte</b>	<b>2003</b>	<b>1 / a</b>	<b>5 (gleichartige)</b>	<b>insgesamt 4 U, 3 Unfalltypen</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (P)	1999-2001	3 / a	5	3+x+x	keine Aussage
Dreijahreskarte (P)	2000-2002	3 / a	5	x+x+2	keine Aussage
<b>Dreijahreskarte (P)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>5</b>	<b>x+2+0</b>	<b>keine Aussage</b>
Dreijahreskarte (SP)	1999-2001	3 / a	3	0+x+x	keine Aussage
Dreijahreskarte (SP)	2000-2002	3 / a	3	x+x+1	keine Aussage
<b>Dreijahreskarte (SP)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>3</b>	<b>x+1+0</b>	<b>keine Aussage</b>

In den letzten beiden Jahren des Untersuchungszeitraums konnte keine Auffälligkeit mehr festgestellt werden. Bei dem Knotenpunkt handelt es sich nicht um eine Unfallhäufungsstelle.

### 2.2.3 Zeitliche Entwicklung

Die zeitliche Entwicklung des Unfallgeschehens ist ohne klaren Trend.

### 2.2.4 Charakteristika des Unfallgeschehens

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil (%)	Unfallkosten dichte UKD (€)	Unfallkosten- dichte Anteil (%)	Auffälligkeit
<b>Programmzeit</b>					
Morgenspitzenprogramm	4	22	39,0	15	
Tagesprogramm	6	33	41,0	15	
Nachmittagsspitzenprog.	2	12	17,0	6	
Schwachlastprogramm	6	33	170,0	64	
<b>Lichtverhältnisse</b>					
hell	14	78	238,0	89	
dämmrig	0	0	0,0	0	
dunkel	4	22	29,0	11	
<b>Straßenverhältnisse</b>					
trocken	13	73	237,0	89	
nass	5	27	30,0	11	
winterglatt	0	0	0,0	0	

Unfalltypen	Gesamt	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Typ 7
Unfälle U	18	2	4	1	0	0	10	1
Unfälle U(P)	5	0	1	1	0	0	2	1

### 2.2.5 Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens

Im Zeitraum 2002 bis 2003 sind keine Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens festzustellen.

### 2.2.6 Weitere Qualitätskenngrößen der Verkehrssicherheit

Kenngröße	Bezug	Beschreibung und Bewertung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	MIV, ÖV, Rad, Fg	Es wurde keine Auffälligkeit beobachtet.

## 2.3 Bewertung der Produktqualität: Güte des Verkehrsablaufs

### 2.3.1 Beobachtung: Abfluss und Reststau

Strom	Morgenspitze			Nachmittagsspitze		
	Erg. <sup>2</sup>	Besonderheiten / Beschreibung	QSV	Erg.	Besonderheiten / Beschreibung	QSV
A / 1	--	nicht signalisiert	--	--	nicht signalisiert	--
A / 3	0	Reserve vorhanden.	<b>B</b>	0		<b>B</b>
B / 4	--	nicht signalisiert	--	--	nicht signalisiert	--
B / 5	0	Reserve vorhanden.	<b>B</b>	0		<b>B</b>
C / 7	0	kein Fahrzeug beobachtet	--	0	kein Fahrzeug beobachtet	--
D / 11	0	Reserve vorhanden.	<b>B</b>	0	Reserve vorhanden.	<b>B</b>
D / 12	0	Reserve vorhanden.	<b>B</b>	3	Einzelereignis führt zu einem Rückstau.	<b>B</b>

### 2.3.2 Beobachtung: Koordinierte Abwicklung von Fahrzeugpulks

Strom	Morgenspitze		Nachmittagsspitze	
	Beschreibung	QSV	Beschreibung	QSV
A / 3	Planung: nicht koordiniert. Im Zufluss treten nur unscharf abzugrenzende Pulks auf, deren größerer Anteil nach rechts abbiegt (Strom 1). Die Pulks kommen regelmäßig bei ROT an.	<b>F</b>	Planung: nicht koordiniert. Im Zufluss treten nur sporadisch Pulks auf, da die Verkehrsstärke relativ gering ist.	--
B / 5	Planung: nicht koordiniert.	--	Planung: Hauptkoordinierungsrichtung Im Zufluss treten erkennbare Pulks vorm Stromaufwärts liegenden Knotenpunkt vor; die Zeiträume zwischen den Pulks werden jedoch durch starken Rechtseingestrom aufgefüllt.  Pulkankunft regelmäßig bei GRÜN; in der überwiegenden Anzahl von Umläufen fließen alle oder die meisten Fahrzeuge der Pulks noch bei GRÜN ab.	<b>B</b>
D / 11	Planung: nicht koordiniert. Es besteht ständiger Zufluss. Regelmäßige Pulks sind nicht zu erkennen.	--	Planung: nicht koordiniert. Es besteht ständiger Zufluss. Regelmäßige Pulks sind nicht zu erkennen.	--

### 2.3.3 Weitere Beobachtungen zur Güte des Verkehrsablaufs

Beobachtung	Strom	Gruppe
Behinderungen im Abfluss führen dazu, dass der Verkehr nicht abfließen kann.	D / 11	MIV

<sup>2</sup> Summe der Kennziffern gemäß Beobachtungsprotokoll, vgl. Anlage 6

### 2.3.4 Zusammenstellung der Qualitätskenngrößen des Verkehrsablaufs

Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>3</sup>	Beschreibung und Bewertung	
mittlere Wartezeit Auftreten von Reststau Anzahl erforderlicher Halte	MIV	BAK PDA	An der Lichtsignalanlage kommt es nicht zu Überlastungen, es kann jedoch zeitweilig wegen des Rückstaus vom stromabwärts liegenden Knotenpunkt bei Strömen, die in die Ausfahrt Gräfenhäuser Straße-Ost fahren, zu Problemen im Abfluss kommen.  Die mittleren rechnerischen Wartezeiten führen in allen Strömen zu Qualitätsstufen QSV > C.	+
mittlere Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte	ÖV	BAK PDA	Fahrzeuge des ÖV können nahezu ausnahmslos ohne nennenswerte Beeinträchtigung über den Knotenpunkt abfließen.  ÖV-Fahrzeuge fahren stets ungehindert durch.	+
mittlere / maximale Wartezeit	Fg Rad	BAK PDA	Furten über die Langener Straße-Nord: mittlere rechnerische Wartezeit: < 5s → QSV A Der Wartezeit-Grenzwert nach <i>RiLSA</i> wird nie erreicht.  Furt über die Gräfenhäuser Straße – West: Die mittlere maximale Wartezeit nach Anforderung beträgt 33s (→ QSV E). In 32 von 155 Anforderungsfällen in 3.800 Umläufen wird der Wartezeit-Grenzwert nach <i>RiLSA</i> überschritten. Auf Grund des hohen Verkehrsaufkommens der zu querenden Straße erscheinen die Wartezeiten plausibel; wegen der geringen absoluten Anzahl betroffener Fußgänger und der Lage außerorts besteht kein Handlungsbedarf.	+  0
Anzahl erforderlicher Halte an aufeinanderfolgenden Furten	Fg, Rad	PDA	Die hintereinander liegenden Furten können innerhalb eines jeden Signalumlaufs in einem Zug überquert werden.	+
Anteil Durchfahrten ohne Halt	MIV	BAK	Hauptverkehrszeit nachmittags: die Ankunft und der Abfluss von Fahrzeugpulks sind gut abgestimmt (QSV B).	+
Rückstaulänge	MIV	BAK	Die von der betrachteten Lichtsignalanlage ausgehenden Rückstaulängen überschreiten den verfügbaren Stauraum nicht.	+
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	BAK	Es treten Behinderungen im Abfluss der Gräfenhäuser Straße-Ost auf, wenn der stromabwärts folgende Knotenpunkt überlastet ist.	-
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	ÖV	BAK	Es treten keine Behinderungen im Abfluss des ÖV auf.	+

### 2.4 Zusammenstellung der Mängelaussagen

Auf der Grundlage der in **Anlage 7** dokumentierten Liste der Mängelaussagen werden für die untersuchte Lichtsignalanlage die folgenden Mängelaussagen festgestellt:

Kenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	Bemerkung
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	<b>Der Abfluss von Kraftfahrzeugen wird behindert.</b>	18	Ausfahrt B
Güte der Koordinierung zwischen den Knotenpunkten	MIV	<b>Fahrzeugpulks fahren nicht auf GRÜN zu.</b>	24	Zufahrt A

<sup>3</sup> BAK = Beobachtung am Knotenpunkt, PDA = Prozessdatenanalyse, GrInf = Analyse der Grundinformationen

### 3 Qualitätsverbesserung

#### 3.1 Zusammenstellung eines Katalogs möglicher Verbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Qualitätsanalyse wurden mögliche Verbesserungsstrategien und zugehörige Maßnahmen identifiziert und auf ihre grundsätzliche Eignung hin überprüft. Die in die nähere Betrachtung einbezogenen Maßnahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt und kommentiert.

Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	Mng.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>0. Verbessern der Rahmenbedingungen für die lokale Verkehrssteuerung</b>			
<b>Abhilfe 0.1: Verringern der Verkehrsnachfrage.</b>			
0.1.0.3	Verlagern von Verkehrsströmen auf andere Strecken, so dass sie den Knotenpunkt nicht mehr befahren.	18	keine Alternativen verfügbar → wird nicht weiter verfolgt.
0.1.0.5	Beseitigen von Kapazitätsmängeln im Netz.	18	→ wird weiter verfolgt.
0.2.0.1	Beschränken des Zuflusses vom Nachbarknotenpunkt.	18	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.
<b>8. Verbessern der Koordinierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
<b>Abhilfe 8.1: Verbessern der Abstimmung der Signalisierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
2.4.0.1	Einbeziehen eines weiteren Stroms in die Koordinierung.	24	Zufahrt A: Koordinierung auf Grund der Knotenpunktabstände und des Schwerverkehrsanteils nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.

Aus den verbliebenen Maßnahmen werden nach der Prüfung der ihrer Verträglichkeit Handlungsempfehlungen abgeleitet, die im Folgenden beschrieben, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Kosten bewertet und mit Hinweisen zur Umsetzung versehen sind.

#### 3.2 Einzeldarstellung

Der folgende Untersuchungsbedarf an benachbarten Knotenpunkten oder im knotenpunktübergeordneten Zusammenhang wurde festgestellt:

##### **WU 1 - Untersuchung von Maßnahmen an der stromabwärts gelegenen Lichtsignalanlage Otto-Röhm-Straße zur Vermeidung von Überlastungen der Knotenpunktausfahrt**

Maßnahmentyp	Parameteranpassungen, ggf. Logikanpassungen am stromabwärts liegenden Knotenpunkt
Darstellung	Durch geeignete Maßnahmen zur Verhinderung von Rückstau an der stromabwärts liegenden Lichtsignalanlage ist die Wahrscheinlichkeit einer Überstauung bis in die Knotenpunktausfahrt zu verringern. Denkbar ist eine Verlängerung der Kernfreigabezeit für den links abbiegenden Strom in die Otto-Röhm-Straße oder die vorübergehende Minderung feindlicher Eingriffsmöglichkeiten. Maßnahmen mit größerem Anpassungsbedarf werden nicht vorgeschlagen, da der Knotenpunkt in absehbarer Zeit vollständig umgebaut werden soll.
Begründung	Durch den überstauten Linksabbiegefahrstreifen wird in den Hauptverkehrszeiten die Güte des Verkehrsablaufs am betrachteten Knotenpunkt beeinträchtigt, obwohl hier genügend Kapazität zur Verfügung steht. Durch nicht geräumte Konfliktflächen und plötzliche Fahrstreifenwechsel entstehen Unfallgefahren.
Hinweis	Bei der Konzeption der Neugestaltung der benachbarten Lichtsignalanlage sollte die Überwachung der Rückstaulänge als Steuerungskriterium mit einbezogen werden. Hierzu sollten die Lichtsignalanlagen mit Detektormeldungen (Zählwerten) aus dem jeweils benachbarten Knotenpunkt versorgt werden.

## Anlage 14

### Beispielanwendung 4

#### Frankfurt am Main (OL 4): Offenbacher Landstraße – Lettigkautweg

##### 1 Datenquellen und Durchführung

Es wurden die folgenden Datenquellen genutzt:

###### Grundinformationen Grundlage:

- Schritte 2.1, 2.2 und 2.3
- signaltechnische Unterlagen
  - weitere allgemeine Planungsunterlagen der Stadt Frankfurt (ÖV-Netz, Fahrplan, Radverkehrsnetz, Flächennutzungsplan)
  - mündliche Auskünfte von Mitarbeitern der Straßenverkehrsbehörde beim Ordnungsamt der Stadt Frankfurt.

Ergebnisse aktueller Verkehrserhebungen liegen für den Knotenpunkt nicht vor.

###### Unfalldaten Grundlage:

- Schritt 2.4 und 2.5
- standardisierte Unfalldatensätze (gemäß **Abschnitt 3.4.1.3**)
  - Unfalldiagramme der polizeilichen Unfallpunktbearbeitung
  - Protokolle der polizeilichen Unfallererfassung.

Sämtliche Unterlagen umfassen mindestens den Betrachtungszeitraum 1999 bis 2003 (5 Jahre). Die Datensätze wurden erfasst und für die Weiterbearbeitung in der örtlichen Unfallanalyse in einer EDV-Datenbank abgelegt.

###### Prozessdaten Grundlage:

Schritt 2.6

Zwei Datenmitschriften im Steuergerät am 14.06.2004 von 15:00 bis 19:00 Uhr (4h) und am 15.06.2004 von 12:30 bis 18:30 Uhr (6h). Längere Aufzeichnungsdauern waren aus technischen Gründen nicht möglich, da die Datenübermittlung zwischen Steuergerät und Mitschriftgerät aus unbekanntem Grund abbricht und nicht wieder aufgenommen wird.

Bei der Aufzeichnung wurden die folgenden Informationen sekundlich erfasst:

- aktuelle Sekunde im Umlauf
- Signalisierungszustände
- Belegungszustände der Detektoren (Anforderung Nebenrichtung und Fußgänger)
- Verkehrsstromzustände der VS-Plus-Steuerung (u.a. Anmeldung, Verlängerung)
- gesondert eingeblendete Meldungen der ÖV-Meldepunkte (Vor Anmeldung, Anmeldung, Abmeldung; jeweils mit Echtzeitangabe)

Die Lichtsignalanlage hat keine Erfassungseinrichtungen zur Anmeldung des MIV bzw. zur Bemessung seiner Freigabezeit.

<b>Betriebsdaten</b>	Grundlage:
Schritt 2.7	Gespeicherte Störungsmeldungen der Lichtsignalanlage von 1998 bis 2003, vorliegend als Ausdruck.  Die Störungsmeldungen beinhalten Informationen zum Zeitpunkt der Störung, Störungsart, Zeitpunkt und Art der Maßnahme, Zeitpunkt der Wiederinbetriebnahme bzw. des Rücksprungs zur Normalfunktion.
<b>Informationen aus örtlichen Beobachtungen</b>	Die Inspektion der Gestaltung des Knotenpunkts sowie die Beobachtungen des Verkehrsablaufs wurden an drei Terminen vorgenommen. Dabei wurde der Verkehrsablauf jeweils an einem Werktag (13.05.2004) zur Morgenspitzenzeit (7:30 bis 9:00 Uhr) und zur Nachmittagspitzenzeit (16:30 bis 18:00 Uhr) beobachtet.
Schritte 2.8, 2.9 und 2.10	Bei der Beobachtung kam das Inspektions- und Beobachtungsprotokoll gemäß der <b>Anlage 6</b> zum Einsatz.

## 2 Darstellung und Qualitätsanalyse

### 2.1 Systemdarstellung und Bewertung der Prozessqualität<sup>1</sup>

#### 2.1.1 Städtebauliche und planerische Randbedingungen

##### Ortslage / Umfeld



Der Knotenpunkt befindet sich innerorts in Stadtrandlage. Nördlich grenzt keine Bebauung an den Knotenpunkt an. In den südlichen Quadranten ist weitgehend geschlossene Blockrandbebauung mit überwiegender Wohnraumnutzung sowie wenigen kleineren Ladengeschäften.

**Bild 1:** Lage im Netz;  
Quelle: Stadt  
Frankfurt am Main,  
2004.

##### Verkehrsrelevante Einrichtungen im Umfeld

Im Knotenpunktumfeld befindet sich eine Schule (Grundschule); im weiteren Umfeld ein Krankenhaus; beide Einrichtungen haben geringe Auswirkungen auf das Verkehrsgeschehen am Knotenpunkt.

##### Netzfunktion

Die Offenbacher Landstraße ist eine Hauptsammelstraße mit innerörtlicher Verbindungsfunktion. Der Lettigkautweg ist eine Sammelstraße (Straßenkategorien nach RAS-N, FGSV 1988).

<sup>1</sup> Aussagen der Qualitätsbewertung sind *kursiv* gedruckt.

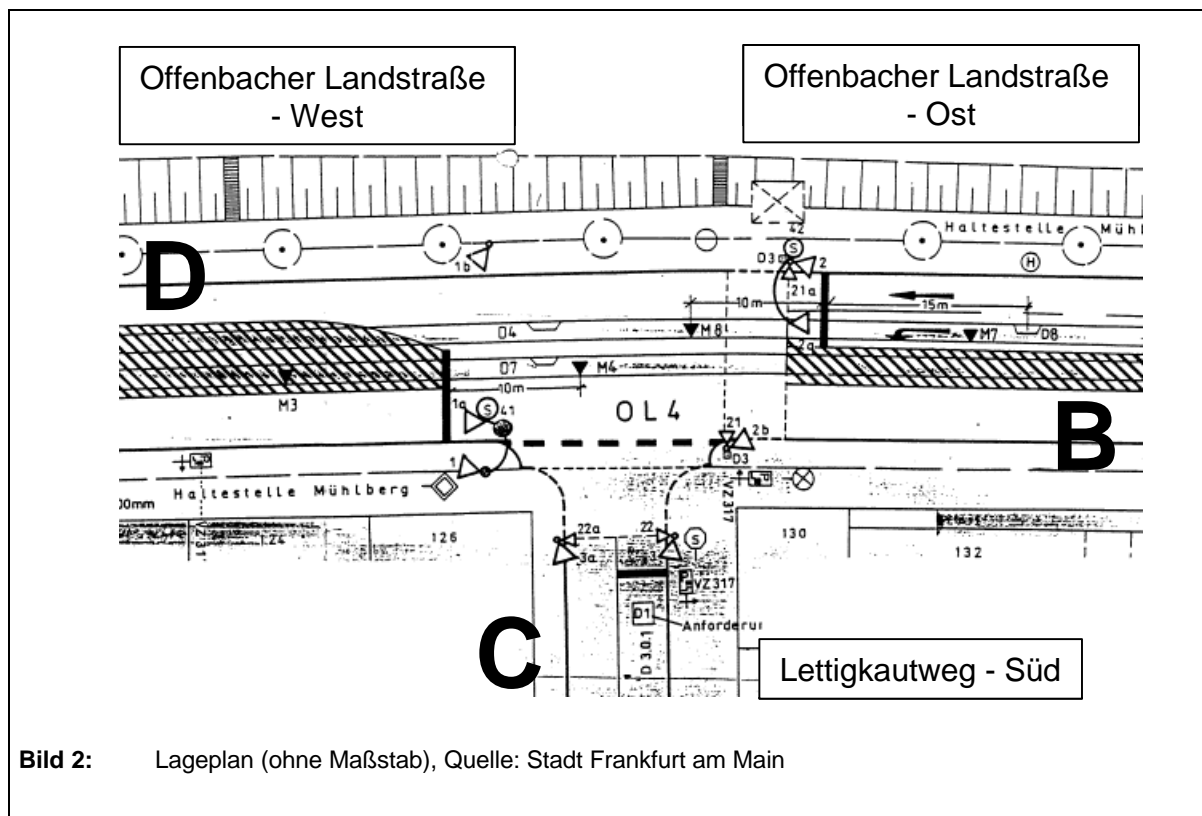
**Verkehrsaufkommen** Informationen zu Verkehrsstärken des Kraftfahrzeugverkehrs sind nicht verfügbar.

Im ÖV verkehren Straßenbahnen der Linien 15 und 16 der VGF jeweils im 10-Minuten-Takt. Damit ergibt sich ein Verkehrsaufkommen von 12 Fahrten je Richtung und Stunde.

Das Verkehrsaufkommen im Fußgängerverkehr konnte bei den Beobachtungen qualitativ als mäßig stark eingeschätzt werden, wobei der Zufluss zur Haltestelle dafür sorgt, dass in nahezu jedem Umlauf Fußgänger die Furten passieren.

Das Radverkehrsaufkommen ist insgesamt gering.

### 2.1.2 Knotenpunktentwurf



## Fahrraumgestaltung

Linienführung und Sichtfelder

*In der optischen Einfeldung der Offenbacher Landstraße tritt die Einmündung des Lettigkautweg wenig hervor; auf den Konfliktbereich machen im Wesentlichen nur die Signalgeber aufmerksam. Durch Haltestelleneinrichtungen, parkende Fahrzeuge, Masten und Beschilderung wirkt der Bereich um die Zufahrt des Lettigkautweg zudem unübersichtlich.*



**Bild 3:** Blick auf den Knotenpunkt von Osten mit der Einmündung des Lettigkautwegs von links

Fahrbahnoberfläche *Keine auffälligen Schäden.*

## Allgemeine Verkehrsführung

Geradeaus fahrender Verkehr Sämtliche Zulaufstrecken sind einstreifig ausgebildet, allerdings ergibt sich durch die Straßenbahn in Mittellage ein überbreiter Straßenraum. Im Knotenpunktbereich werden zusätzliche Abbiegefahrstreifen bereitgestellt.

Linksabbieger Es sind alle Fahrbeziehungen zulässig. Die Linksabbieger der Hauptrichtung erhalten einen eigenen Fahrstreifen, der auf der Straßenbahntrasse markiert ist. Die Linksabbieger der Nebenrichtung sind auf einem Mischfahrstreifen mit den Rechtsabbiegern geführt.

Rechtsabbieger Rechtsabbieger erhalten keine eigenen Fahrstreifen.

## Besondere Verkehrsführung des ÖV



Die Straßenbahn verläuft auf straßenbündigem Bahnkörper in Mittellage entlang der Offenbacher Landstraße. Im Knotenpunktbereich wird der Bahnkörper durch links abbiegende Fahrzeuge aus der Offenbacher Landstraße – Ost (B) befahren.

**Bild 4:** Zufahrt Lettigkautweg

### Besondere Verkehrsführung des Radverkehrs

In der Hauptrichtung hat der Radverkehr keine benutzungspflichtigen Radverkehrsanlagen.

*Auf der Südseite der Offenbacher Landstraße ist ein baulicher Radweg (nicht benutzungspflichtig) vorhanden, der jedoch derzeit durch ruhenden Verkehr belegt wird. Die funktionale Flächenzuweisung ist in diesem Bereich nicht klar, die Begreifbarkeit der Führung ist erschwert.*

In der Nebenrichtung existieren keine Radverkehrsanlagen; der Radverkehr wird hier im Mischverkehr geführt.

### Verkehrsführung des Fußgängerverkehrs

**Gehwege** Dem Fußgängerverkehr stehen in allen Knotenpunktarmen beidseitig der Fahrbahnen Gehwege zur Verfügung.

**Fußgängerfurten** Die Zufahrten der Offenbacher Landstraße – Ost und des Lettigkautweg können über signalisierte Fußgängerfurten gequert werden. Es sind keine Mittelinseln vorhanden. In der Zufahrt der Offenbacher Landstraße – West existiert keine Furt.

*Mit Ausnahme der fehlenden Furt ist die Führung direkt und umwegarm.*

### Bauliche und sonstige Ausstattung des Knotenpunkts

**Markierung** *Die Markierung ist verschlissen und unvollständig, da Teile der Markierung nach Bauarbeiten nicht wieder hergestellt wurden.*

**Beschilderung** Die wegweisende Beschilderung beschränkt sich auf einzelne Pfeilwegweiser im Knotenpunktbereich mit örtlichen Zielen.  
*Der Hinweis auf das Krankenhaus sollte in Form eines Vorwegweisers erfolgen, damit ein rechtzeitiges Einordnen möglich ist.*

**Zusätzliche Verkehrseinrichtungen im Knotenpunktmfeld** In den Zufahrten der Offenbacher Landstraße ist jeweils eine mit Zeitinsel (ohne Bahnsteig) gesicherte Straßenbahnhaltestelle vorhanden. Bei Halt der Straßenbahn ist eine Vorbeifahrt nicht möglich.

Parkstände sind an der Südseite der Offenbacher Landstraße auf dem Hochbord sowie beidseitig in der Zufahrt des Lettigkautweg vorhanden.



*Die Beschilderung der Parkflächen in der Zufahrt der Offenbacher Landstraße – Ost ist widersprüchlich, die Parkfläche ist nicht geordnet (fehlende Markierungen). Im Lettigkautweg treten wegen parkender Fahrzeuge beengte Verhältnisse auf.*

**Bild 5:** Ruhender Verkehr auf nicht benutzungspflichtigem Radweg

### 2.1.3 Verkehrssteuerung

<b>Betriebszeit</b>	24 Stunden.
<b>Signalprogramm-aktivierung</b>	Es existieren vier zeitplanabhängig geschaltete Signalprogramme mit Umlaufzeiten von 90s für die Haupt- und Normalverkehrszeiten sowie 72s für die Schwachverkehrszeiten.
<b>Steuerungsverfahren</b>	Der Knotenpunkt wird mit dem Steuerungsverfahren VS-Plus teilverkehrsabhängig mit fester Umlaufzeit gesteuert. In der Schwachverkehrszeit ist der Knotenpunkt vollverkehrsabhängig in Hauptrichtung-Dauergrün geschaltet. Zusätzlich sind Festzeitersatzprogramme für den Fall der Störung verkehrsabhängiger Funktionen hinterlegt.
<b>Koordinierung</b>	Die Lichtsignalanlage ist mit dem benachbarten Knotenpunkt Offenbacher Landstraße – Seehofstraße koordiniert. Die Hauptkoordinierungsrichtung ist morgens in westlicher Richtung stadteinwärts, abends in östlicher Richtung stadtauswärts.

#### Steuerungslogik, Programmstruktur und Programmelemente

Allgemein / Kraftfahrzeugverkehr	Die Lichtsignalsteuerung ist signalgruppenorientiert. Im Ablauf ergeben sich drei Grundphasen, wobei die Zufahrt Offenbacher Landstraße – Ost eine Zugabezeit für den Abfluss der Linksabbieger erhält, so dass die Trasse der Straßenbahn geräumt werden kann. Die Linksabbieger sind nicht gesichert geführt und erhalten auch bei der Zugabezeit kein Diagonalgrün.  Bei Annäherung der stets haltenden Straßenbahn wird der Signalgeber vor der Haltestelle für den Kraftfahrzeugverkehr gesperrt. Die Straßenbahn kann dann ungehindert in die Haltestelle einfahren.
ÖV	Die Freigaben des ÖPNV erfolgen parallel zum Fahrverkehr. Sie sind gegenüber den Linksabbiegern der Hauptrichtung nicht gesichert.
Fußgängerverkehr	Der Fußgängerverkehr ist gegenüber abbiegendem Fahrzeugverkehr nicht gesichert. Es sind keine Hilfssignalgeber zur Warnung vor bevorrechtigtem Fußgängerverkehr vorhanden.

### 2.1.4 Infrastruktur

<b>Steuergerät</b>	Siemens MS, Baujahr 1992
<b>Signalgeber</b>	Die Hauptrichtungen sind mit jeweils 3 Signalgebern (am rechten und linken Fahrbahnrand sowie am Ausleger) ausgestattet. In der Nebenrichtung befinden sich zwei Signalgeber. Alle Signalgeber haben einen Signalfelddurchmesser von 200 mm.  Die Zeitinseln werden mit jeweils zwei Signalgebern mit einem Signalfelddurchmesser von 300 mm und der Farbfolge ROT-GELB-DUNKEL signalisiert.
ÖV	Der ÖV wird mit Signalgebern nach BOStrab gesondert signalisiert.
Fußgängerverkehr	Die Fußgängerfurten sind mit zweifeldigen Signalgebern ausgestattet.  Hilfssignalgeber sowie taktile und akustische Signale sind nicht vorhanden.  <i>Die Anzahl und Anordnung der Signalgeber entspricht den RiLSA.</i>

## Detektoren

Kraftfahrzeugverkehr	<p>Lediglich die Nebenrichtung ist mit einer Induktionsschleife zur Anforderung und Bemessung der Freigabezeit ausgestattet. Der Detektor ist in haltlinien-nah angeordnet.</p> <p><i>Aus einem knotenpunktnahen Parkstand ausfahrende Fahrzeuge werden durch den Detektor in ungünstigem Fall nicht erfasst.</i></p>
Fußgängerverkehr	An der Furt über die Offenbacher Landstraße-Ost (B) sind Anforderungstaster angeordnet.
ÖV	<p>Die Erfassung des ÖV zur Anforderung der Zeitinsel, zur Anmeldung an der Lichtsignalanlage und zur Abmeldung erfolgt über Funkbaken. Als Rückfall-ebene sind Fahrdraktkontakte vorhanden.</p> <p>Stationäre Verkehrsüberwachungseinrichtungen sind nicht vorhanden.</p>

### 2.1.5 Betriebssicherheit

Kenngröße	Beschreibung und Bewertung
Vorhandensein von Rückfallebenen	Ersatzparameter für den Ausfall von Detektoren sind vorhanden. Festzeiterersatzprogramme sind hinterlegt.
Vorhandensein von Betriebsüberwachungsfunktionen	Es findet eine Störungsüberwachung und Störungsmeldearchivierung statt (Dauerspeicherung). Meldungen über den Ausfall von Detektoren werden erfasst.
Ausfallhäufigkeit	<p>In den Jahren 2001 bis 2003 sind 22 Störungen aufgetreten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7 Eingriffe der Signalsicherung (Rotlampenstörung)</li> <li>2 Grünlampenstörungen</li> <li>2 Steuergerätestörungen</li> <li>2 Netzausfälle</li> <li>1 Detektorstörung</li> <li>1 Anlagenschaden nach Verkehrsunfall</li> <li>7 Aktivierungen der Rückfallebene (Ortprogramm) ohne Benennung eines Grunds</li> </ul>
Gesamtausfall LSA je Ereignis	<p>Bei 10 Störungen kam es zur störungsbedingten Abschaltung der Anlage (Signalsicherung (7), Steuergerätestörung (1), Anlagenschaden (1), Netzausfälle (2)).</p> <p>In 5 Fällen konnte die Lichtsignalanlage innerhalb von 5 min wieder in Betrieb genommen werden. In den übrigen Fällen traten Ausfallzeiten von bis zu 1,5 h auf. Die Anlage war im Betrachtungszeitraum insgesamt 7:06 h außerplanmäßig außer Betrieb.</p> <p>Die Rückfallebenen (Ortprogramme) waren bis auf einen Fall weniger als 5 min in Betrieb (Summe: 54 min).</p>

## 2.2 Bewertung der Produktqualität: Verkehrssicherheit

### 2.2.1 Unfallkenngrößen, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	alle	UD	1 / 5a	8
Unfalldichte mit Personenschaden	alle	UD (P)	1 / 5a	5
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	alle	UD (SP)	1 / 5a	1

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	ÖV	UD <sub>ÖPNV</sub>	1 / 5a	1
Unfalldichte	Rad	UD <sub>Rad</sub>	1 / 5a	0
Unfalldichte mit Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (P)	1 / 5a	0
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (SP)	1 / 5a	0
Unfalldichte UD <sub>Fg</sub>	Fg	UD <sub>Fg</sub>	1 / 5a	2
Unfalldichte mit Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (P)	1 / 5a	2
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (SP)	1 / 5a	0
Unfallrate	alle	UR	1 / (1000 Kfz*a)	n.v.
Unfallrate mit Personenschaden	alle	UR(P)	1 / (1000 Kfz*a)	n.v.
Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD	1.000 €	207
mittlere Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD/U	1.000 €/ U	25,8
Unfallkostenrate (pauschale Unfallkosten)	alle	UKR	€/ (1000 Kfz*a)	n.v.

### 2.2.2 Klassifizierung als Unfallhäufungsstelle

Bewertung nach den Grenzwerten für Unfallhäufungsstellen (UHS), FGSV (1998):

Unfalltypen-Steckkarte	Betrachtungszeitraum	Einheit	Grenzwert Unfalldichte U	Unfalldichte U	Bewertung
Einjahreskarte	1999	1 / a	5 (gleichartige)	1	unauffällig
Einjahreskarte	2000	1 / a	5 (gleichartige)	1	unauffällig
Einjahreskarte	2001	1 / a	5 (gleichartige)	4	unauffällig
Einjahreskarte	2002	1 / a	5 (gleichartige)	2	unauffällig
<b>Einjahreskarte</b>	<b>2003</b>	<b>1 / a</b>	<b>5 (gleichartige)</b>	<b>0</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (P)	1999-2001	3 / a	5	3	unauffällig
Dreijahreskarte (P)	2000-2002	3 / a	5	5	auffällig
<b>Dreijahreskarte (P)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (SP)	1999-2001	3 / a	3	1	unauffällig
Dreijahreskarte (SP)	2000-2002	3 / a	3	1	unauffällig
<b>Dreijahreskarte (SP)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>unauffällig</b>

Eine Auffälligkeit zeigt die Dreijahreskarte der Unfälle mit Personenschaden des Bezugsjahres 2002, allerdings wird der Grenzwert hier mit 5 Unfällen in drei Jahren nur knapp erreicht.

Nach FGSV (1998) handelt es sich zum Bezugsjahr 2003 nicht um eine Unfallhäufungsstelle.

### 2.2.3 Zeitliche Entwicklung

Das Unfallgeschehen unterliegt – bedingt durch die geringe Gesamtzahl an Unfällen – starken Schwankungen. Die Hälfte aller Unfälle im Betrachtungszeitraum ist innerhalb eines Jahres geschehen. Im letzten Jahr des Betrachtungszeitraums wurde kein Unfall erfasst.

## 2.2.4 Charakteristika des Unfallgeschehens, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil [%]	Unfallkostendichte UKD [1000 €]	Unfallkostendichte Anteil [%]	Auffälligkeit
<b>Tageszeit</b>					
HVZ morgens	1	12	6	3	
HVZ nachmittags	3	38	28	13	
NVZ	1	12	6	3	
Nachts, Sonntags	3	38	167	81	
<b>Lichtverhältnisse</b>					
hell	6	75	185	88	Hoher Anteil der Unfälle bei Dunkelheit
dämmrig	0	0	0	0	
dunkel	2	25	22	12	
<b>Straßenverhältnisse</b>					
trocken	4	50	163	79	Hoher Anteil der Unfälle bei Nässe
nass	4	50	44	21	
winterglatt	0	0	0	0	

Unfalltypen	Gesamt	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Typ 7
Unfälle U	8	0	2	1	1	0	1	3
Unfälle U(P)	5	0	2	0	1	0	0	2

## 2.2.5 Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens

Im Betrachtungszeitraum konnte keine Häufung gleichartigen Unfallgeschehens festgestellt werden.

## 2.2.6 Weitere Qualitätskenngrößen der Verkehrssicherheit

Kenngröße	Bezug	Beschreibung und Bewertung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	MIV, ÖV, Rad, Fg	Es wurde keine Auffälligkeit beobachtet.

## 2.3 Bewertung der Produktqualität: Güte des Verkehrsablaufs

### 2.3.1 Beobachtung: Abfluss und Reststau

Zu keinem Zeitpunkt während der zwei Beobachtungen kam es in einem der Ströme zu Reststau. Sämtliche Fahrzeuge konnten binnen eines Umlaufs abfließen. Die Güte des Verkehrsablaufs entspricht damit der qualitativen Beschreibung zu QSV B (HBS, 2001).

### 2.3.2 Beobachtung: Koordinierte Abwicklung von Fahrzeugpulks

Die Lichtsignalanlagen des betrachteten Knotenpunkts und des westlich gelegenen Nachbarknotenpunkts Offenbacher Landstraße – Seehofstraße sind koordiniert. Es konnte jedoch bei keiner Beobachtung eine regelmäßige Ankunft geschlossener Fahrzeugpulks beobachtet werden. Vereinzelt und unregelmäßig ankommende Pulks werden nicht koordiniert abgeführt.

### 2.3.3 Weitere Beobachtungen zur Güte des Verkehrsablaufs

Beobachtung	Gruppe	Strom
Im Steuerungsablauf sind sehr große Reserven vorhanden. Die geschaltete Zugabezeit wird nie benötigt.	MIV	B
Häufig ist am Knotenpunkt GRÜN, während die Straßenbahn an der Haltestelle anhält. Der hinter der Straßenbahn wartende Fahrzeugpulk kann nicht abfließen.	MIV	B, D
Zeitweilig treten hohe Wartezeiten in der Nebenrichtung nach Anforderung auf.	MIV	C
Auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg werden Fahrzeuge abgestellt, da im Seitenraum keine Markierung der Aufstellflächen vorhanden ist.	MIV/Rad	B

### 2.3.4 Zusammenstellung der Qualitätskenngrößen des Verkehrsablaufs

Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>2</sup>	Beschreibung und Bewertung
mittlere Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte Auftreten von Reststau	MIV	BAK PDA	Ohne Beeinflussung durch den ÖV kommt es am Knotenpunkt in der Hauptrichtung zu sehr geringen mittleren Wartezeiten. QSV B ist im Mittel gewährleistet.  Bei Fahrzeugen, die der Straßenbahn im Pulk folgen, kann es zu langen Gesamtwartezeiten und mehrfachen Halten kommen, wenn unmittelbar nach der Abfahrt der Straßenbahn die Freigabezeit sofort endet. In diesen Fällen treten Wartezeiten > 70 s (QSV E) auf.  In der Nebenrichtung wird die Qualitätsstufe B erreicht.
mittlere Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte Reaktionszeit der Steuerung nach Anmeldung	ÖV	BAK PDA	Die Straßenbahn fährt in beiden Fahrtrichtungen stets ohne Verzögerung aus der Haltestelle ab (QSV A).
mittlere / maximale Wartezeit Reaktionszeit der Steuerung nach Anmeldung	Fg	BAK PDA	Die mittlere Wartezeit an der Furt über die Nebenrichtung ist sehr gering (QSV A).  An der Furt über die Hauptrichtung treten rechnerische mittlere Wartezeiten > 30s auf. QSV D wird nicht mehr erreicht.
Anteil Durchfahrten ohne Halt	MIV	BAK	Die Koordination ist nicht erkennbar wirksam (QSV E/F).
Rückstaulänge	MIV	BAK	Es kommt zu keinen Beeinträchtigungen durch Rückstau, alle Fahrstreifen bleiben erreichbar.
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	BAK PDA	In mehr als der Hälfte aller ÖV-Fahrten wird die Freigabezeit nach Abfluss des ÖV sofort abgebrochen, so dass der gesamte folgende Fahrzeugpulk anhalten muss.
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	ÖV	BAK	Der ÖV kann stets ohne Behinderung über den Knotenpunkt abfließen.

<sup>2</sup> BAK = Beobachtung vor Ort, PDA = Prozessdatenanalyse, GrInf = Analyse der Grundinformationen

## 2.4 Zusammenstellung der Mängelaussagen

Auf der Grundlage der in **Anlage 7** dokumentierten Liste der Mängelaussagen werden für die untersuchte Lichtsignalanlage die folgenden Mängelaussagen festgestellt:

Kenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	
mittlere/maximale Wartezeit	Fg, Rad	<b>Fußgänger oder Radfahrer müssen nach Anforderung unverhältnismäßig lange auf die Freigabe warten.</b>	28	Furt über die Hauptrichtung
Ausgewogenheit der Freigabezeituteilung	MIV	<b>Es treten ungenutzte Freigabezeiten auf, während Fahrzeuge anderer Ströme warten müssen.</b>	32	Reserven in Hauptrichtung
Güte der Koordinierung zwischen den Knotenpunkten	MIV	<b>Der Abfluss von Fahrzeugpuls wird regelmäßig abgebrochen.</b>	26	Pulk nach Straßenbahn

## 3 Qualitätsverbesserung

### 3.1 Zusammenstellung eines Katalogs möglicher Verbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Qualitätsanalyse wurden unter Nutzung der Wissensbasis mögliche Verbesserungsstrategien und zugehörige Maßnahmen identifiziert und auf ihre grundsätzliche Eignung hin überprüft. Die in die nähere Betrachtung einbezogenen Maßnahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt und kommentiert.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>0. Verbessern der Rahmenbedingungen für die lokale Verkehrssteuerung</b>			
<b>Abhilfe 0.4: Anpassen strategischer Festlegungen.</b>			
0.2.0.3	Überprüfen der Strategie der ÖPNV-Bevorzugung (Grad der Priorisierung).	28	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.
<b>5. Erhöhen der Kapazität der Lichtsignalsteuerung.</b>			
<b>Abhilfe 5.1: Verringern von Verlustzeiten.</b>			
2.5.0.4	Verringern der Eingriffsmöglichkeiten des ÖV (in feindliche Freigabezeiten / in die Koordinierung).	28	nicht ursächlich → wird nicht weiter verfolgt.
<b>6. Verbessern der Freigabezeitbemessung.</b>			
<b>Abhilfe 6.1: Verbessern der Anpassung der Freigabezeitbemessung an den Bedarf.</b>			
2.2.0.1	Anpassen der Umschaltzeitpunkte in der zeitplanabhängigen Programmaktivierung.	28, 32	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.
2.2.0.2	Einrichten einer verkehrsabhängigen Programmaktivierung.	28, 32	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.
2.7.3.2	Verlängern der Kernbereiche / Erlaubnisbereiche der Freigabezeiten (bei verkehrsabhängiger Steuerung).	28	nachrangig bei Verkürzung der Unlaufzeit → wird nicht weiter verfolgt.
2.7.3.3	Verkürzen der Kernbereiche / Erlaubnisbereiche der Freigabezeiten (bei verkehrsabhängiger Steuerung).	28, 32	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.5	Verbessern der Erfassung von Zeitlücken im Kraftfahrzeugstrom (Anordnen zusätzlicher Detektoren/ Vergrößern des Haltlinienabstands der Detektoren).	28, 32	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>Abhilfe 6.3: Verbessern einer bedarfsorientierten Berücksichtigung des Radverkehrs und Fußgängerverkehrs.</b>			
2.5.0.7	Erweitern der Eingriffsmöglichkeiten für den Fußgängerverkehr / Radverkehr.	28	→ wird weiter verfolgt.
2.5.0.8	Verringern der Reaktionsdauer auf eine Anforderung durch den Fußgängerverkehr / Radverkehr.	28	→ wird weiter verfolgt.
2.6.1.12	Ermöglichen von Mehrfachanwürfen innerhalb eines Umlaufs.	28	auf Grund der Phasenstruktur nicht machbar. → wird nicht verfolgt.
<b>Abhilfe 6.4: Verbessern der Erfassung von Verkehrsströmen.</b>			
3.3.1.1	Anordnen von Detektoren zur Erfassung von Verkehrsströmen.	28, 32	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
3.3.1.3	Verändern der Detektionstechnik.	28, 32	Fehlerfassungen sind nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
3.3.1.2	Anordnen redundanter Detektoren zur Absicherung.	28	Fehlerfassungen sind nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
<b>8. Verbessern der Koordinierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
<b>Abhilfe 8.1: Verbessern der Abstimmung der Signalisierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
2.4.0.3	Überprüfen der Priorität konkurrierender Streckenkoordinierungen.	26	nicht zielführend → wird nicht verfolgt.
2.4.0.2	Überprüfen der bevorzugten Koordinierungsrichtung.	26	nicht zielführend → wird nicht verfolgt.
3.4.0.1	Überprüfung der Datenübertragung zum benachbarten Knotenpunkt / zum Verkehrsrechner.	26	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
<b>Abhilfe 8.2: Verbessern des Pulkzusammenhalts in der Zulaufstrecke.</b>			
1.2.1.3	Einrichten zusätzlicher Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr in der Zulaufstrecke.	26	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Abhilfe 8.6: Verringern der Möglichkeit störender Eingriffe in die Koordinierung.</b>			
2.5.0.4	Verringern der Eingriffsmöglichkeiten des ÖV in feindliche Freigabezeiten / in die Koordinierung.	26	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.

Aus den verbliebenen Maßnahmen werden nach der Prüfung der ihrer Verträglichkeit Handlungsempfehlungen abgeleitet, die im Folgenden beschrieben, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Kosten bewertet und mit Hinweisen zur Umsetzung versehen sind.

### 3.2 Einzeldarstellung

Auf Grund der Qualitätsanalyse ergibt sich am Knotenpunkt kein dringender Handlungsbedarf. Dennoch können die folgenden Maßnahmen zu einer weiteren Qualitätsverbesserung beitragen oder dienen zur Vorsorge.

#### Instandsetzungsmaßnahmen

Zur Wiederherstellung der vollen Funktionalität der Lichtsignalanlage wird die folgende Instandsetzungsmaßnahme empfohlen:

### **I 1: Erneuerung der Markierung im Knotenpunktbereich und Beseitigen von alten Markierungen**

Darstellung



Die Markierung wird erneuert. Dabei werden insbesondere fehlende Furtmarkierungen (Zufahrt Lettigkautweg) angebracht und alte, nicht mehr gültige Markierungen („Phantommarkierungen“) entfernt.

**Bild 6:** Fehlende Furtmarkierung in der Zufahrt Lettigkautweg

Begründung Erhöhung der Erkennbarkeit und Begreifbarkeit der Verkehrsführung.

#### **Verbesserungsmaßnahmen**

### **V 1: Ermöglichen des geschlossenen Abflusses eines vom ÖV angeführten Fahrzeugpulks**

Maßnahmentyp Logikanpassung, Parameteranpassung

Darstellung Die Steuerungslogik wird so angepasst, dass ein der Straßenbahn in beiden Fahrrichtungen folgender Fahrzeugpulk geschlossen abfließen kann, bevor die Nebenrichtung freigegeben wird.

Begründung und Wirkungsabschätzung Es wurde beobachtet, dass eine verlängerte Freigabe des Hauptstroms häufig direkt nach der Abmeldung der Straßenbahn abgebrochen und die Nebenrichtung freigegeben wird. Dadurch kommt es im Fahrzeugpulk, der vom ÖV-Fahrzeug angeführt wurde und der bereits hinter der Haltestelle (Zeitinsel) warten musste, zu weiteren Wartezeiten.

Es ist zu prüfen, ob der Zeitraum zwischen Voranmeldung und Ankunft an der Haltestelle sowie die Haltestellenaufenthaltszeit bereits für die Freigabe der Nebenrichtung genutzt werden kann, um danach in genügendem Maß die Hauptrichtung freigegeben zu können.

Die Maßnahme ist mit den Belangen der Koordinierung abzustimmen.

Nutzen-Kosten-Analyse

Der Nutzen der Maßnahme liegt in der Verringerung von Zeitverlusten. Der Nutzenrechnung liegen die folgenden Annahmen zu Grunde: In 50% der Fälle tritt eine Zeitverlustminderung auf, indem vier im Pulk fahrende Fahrzeuge mit dem ÖV-Fahrzeug abfließen können, ohne dass ein erneuter Halt der Länge einer Sperrzeit erforderlich wird (weitere positive Effekte werden vernachlässigt). In den übrigen Fällen wird davon ausgegangen, dass die Nebenrichtung nicht vorher freigegeben werden kann und der Zeitgewinn durch längere Wartezeiten in der Nebenrichtung kompensiert wird. Mit Fahrzeugpulk wird nur werktags während der Haupt- und Normalverkehrszeit gerechnet.

Hinweis: eine genauere Nutzenabschätzung ist in der verkehrsabhängigen Steuerung nur mit Hilfe einer Simulationsrechnung möglich.

<b>Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Vermeidung von Wartezeiten</b>		
<b>Abschätzung des Nutzenbeitrags</b>		
Vermiedene Wartezeit pro Fahrzeug	35 s / Kfz	
Zeitgewinnsumme pro Jahr (240 Arbeitstage, 12 h/d, 24 Überfahrten / h, zu 50% betroffen (lt. PDA), Wirkung 50%, Ansatz: 4 Fz betroffen)	672 h / a	
Kostensatz nach EWS	6,60 € / h <sup>3</sup>	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>4.435 €</b>
<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung	pauschal	3.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>352 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		<b>---</b>
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>352 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>~ 12</b>

Hinweis zur Umsetzung

Die Maßnahme ist mittelfristig umsetzbar. Da sie nicht sicherheitsrelevant ist, kann sie mit geringerer Priorität versehen werden. Die Umsetzung der Maßnahme eignet sich zur Bündelung mit der Verbesserungsmaßnahme 2.

## Weitere Untersuchungen

### **Überprüfen einer Verringerung der Umlaufzeit**

**Darstellung** In Abstimmung mit den Belangen der Koordinierung sollte untersucht werden, ob der Knotenpunkt mit geringerer Umlaufzeit betrieben werden kann.

**Begründung** Die Lichtsignalanlage ist in der Regel nicht ausgelastet. Die Verkürzung der Umlaufzeit kann daher als Mittel angewandt werden, um Wartezeiten zu verkürzen.

Auf Grund der Koordinierung ist jedoch eine Verkürzung nur in Abstimmung mit dem Nachbarknotenpunkt möglich.

## Weitere Hinweise

- Entlang der Offenbacher Landstraße (Südseite) sollte der ruhende Verkehr geordnet werden, um eine eindeutige und gefahrlose Nutzung des Gehwegs und des (nicht benutzungspflichtigen) Radwegs wieder zu ermöglichen.
- Halt- und Parkverbote in der Zufahrt Lettigkautweg – Süd sollten überwacht werden, um ein vollständiges Befahren des Detektors sicherzustellen und um Fahrvorgänge an der Zufahrt flüssiger zu gestalten.

<sup>3</sup> Es handelt sich hierbei um einen gemittelten Wert für 5 % Wirtschaftsverkehr (50 DM/h) und 95 % Personenvkehr (11 DM/h), umgerechnet in € und gerundet.

## Anlage 15

### Beispielanwendung 5

#### Frankfurt am Main (B 6): Bockenheimer Landstraße – Palmengartenstraße – Beethovenstraße

##### 1 Datenquellen und Durchführung

Es wurden die folgenden Datenquellen genutzt:

<b>Grundinformationen</b>	<p>Grundlage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ signaltechnische Unterlagen</li> <li>➤ weitere allgemeine Planungsunterlagen der Stadt Frankfurt (ÖV-Netz, Fahrplan, Radverkehrsnetz, Flächennutzungsplan)</li> <li>➤ mündliche Auskünfte von Mitarbeitern der Straßenverkehrsbehörde beim Ordnungsamt der Stadt Frankfurt.</li> </ul> <p>Ergebnisse von Verkehrserhebungen liegen für den Knotenpunkt nicht vor.</p>
Schritte 2.1, 2.2 und 2.3	
<b>Unfalldaten</b>	<p>Grundlage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ standardisierte Unfalldatensätze (gemäß <b>Abschnitt 3.4.1.3</b>)</li> <li>➤ Unfalldiagramme der polizeilichen Unfallpunktbearbeitung</li> <li>➤ Protokolle der polizeilichen Unfallfassung.</li> </ul> <p>Sämtliche Unterlagen umfassen mindestens den Betrachtungszeitraum 1999 bis 2003 (5 Jahre). Die Datensätze wurden erfasst und für die Weiterbearbeitung in der örtlichen Unfallanalyse in einer EDV-Datenbank abgelegt.</p>
Schritt 2.4 und 2.5	
<b>Prozessdaten</b>	<p>Grundlage:</p> <p>Zwei Datenmitschriften im Steuergerät am 17.06.2004 nachmittags (2 h) und am 18.06.2004 morgens (4,5 h). Längere Aufzeichnungsdauern waren aus technischen Gründen nicht möglich, da die Datenübermittlung zwischen Steuergerät und Mitschriftgerät aus unbekanntem Grund abbricht und nicht wieder aufgenommen wird.</p> <p>Bei der Aufzeichnung wurden die folgenden Informationen sekundlich erfasst:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ aktuelle Sekunde im Umlauf</li> <li>➤ Signalisierungszustände</li> <li>➤ Belegungszustände der Detektoren</li> <li>➤ Verkehrsstromzustände der VS-Plus-Steuerung (u.a. Anmeldung, Verlängerung)</li> <li>➤ gesondert eingeblendete Meldungen der ÖV-Meldepunkte (Vor Anmeldung, Anmeldung, Abmeldung; jeweils mit Echtzeitangabe)</li> </ul>
Schritt 2.6	
<b>Betriebsdaten</b>	<p>Grundlage:</p> <p>Gespeicherte Störungsmeldungen der Lichtsignalanlage von 1998 bis 2003, vorliegend als Ausdruck.</p>
Schritt 2.7	





Rechtsabbieger            Es sind keine gesonderten Rechtsabbiegefahrstreifen vorhanden.

### **Besondere Verkehrsführung des ÖV**

Die Busse verkehren entlang der Bockenheimer Landstraße mit Mischverkehr mit dem MIV.

### **Besondere Verkehrsführung des Radverkehrs**

Geradeaus fahrende  
Radfahrer



Der Radverkehr wird entlang der Hauptrichtung in beiden Fahrtrichtungen auf benutzungspflichtigen Radwegen auf dem Hochbord geführt.

*Die Führung über den Knotenpunkt ist direkt und umwegarm.*

In der Nebenrichtung existieren keine Radverkehrsanlagen; der Radverkehr wird hier im Mischverkehr geführt.

**Bild 3:** Radweg in der Zufahrt Bockenheimer Landstraße-West

Links abbiegende  
Radfahrer

Für links abbiegenden Radverkehr sind keine gesonderten Verkehrsflächen oder Hinweise zur Führung vorhanden.

### **Verkehrsführung des Fußgängerverkehrs**

Gehwege

Dem Fußgängerverkehr stehen in allen Knotenpunktarmen beidseitig der Fahrbahnen Gehwege zur Verfügung.

Fußgängerfurten

Sämtliche Zufahrten des Knotenpunkts können über Fußgängerfurten gequert werden.

Die Führung über die Nebenrichtungen ist direkt und umwegarm. Über die Hauptrichtung sind die Furten aus der direkten Gehlinie abgerückt.

### **Bauliche und sonstige Ausstattung des Knotenpunkts**

Markierung

*Die Markierung ist teilweise verschlissen. In der Zufahrt Palmengartenstraße ist keine Furtmarkierung mehr zu erkennen.*

Zusätzliche  
Verkehrseinrichtungen  
im Knotenpunktfeld

Parkflächen sind nur in den Nebenrichtungen vorhanden. In der Beethovenstraße führen regulär abgestellte Fahrzeuge zu einer Einengung im Verkehrsraum, so dass Verkehrsabläufe in der Knotenpunktzu- und -ausfahrt gelegentlich beeinträchtigt werden können.

Inseln, Leit- und Absperreinrichtungen sowie eine wegweisende Beschilderung sind nicht vorhanden.



**Bild 4:** Blick auf den Haltestellenbereich in der Zufahrt Ost

In der Zufahrt und Ausfahrt der Bockenheimer Landstraße – Ost ist in beiden Richtungen eine Haltestelle vorhanden. Diese ist als Buskap ausgebildet, so dass der Bus auf der Fahrbahn hält. In der Fahrtrichtung zum Knotenpunkt kann der folgende Verkehr dann nicht abfließen.

In der Fahrtrichtung zum Knotenpunkt kann der folgende Verkehr dann nicht abfließen.

### 2.1.3 Verkehrssteuerung

<b>Betriebszeit</b>	Die Lichtsignalanlage ist nachts abgeschaltet (ab 22:00 Uhr).
Signalprogrammaktivierung	Es existieren vier zeitplanabhängig geschaltete Signalprogramme mit Umlaufzeiten von 90s für die Haupt- und Normalverkehrszeiten sowie 72s für die Schwachverkehrszeiten.
Steuerungsverfahren	Der Knotenpunkt wird mit dem Steuerungsverfahren VS-Plus teilverkehrsabhängig mit fester Umlaufzeit gesteuert. Zusätzlich sind Festzeitersatzprogramme für den Fall der Störung verkehrsabhängiger Funktionen hinterlegt.
Koordinierung	Die Lichtsignalanlagen entlang der Bockenheimer Landstraße werden koordiniert gesteuert. Die Hauptkoordinierungsrichtung ist zur Hauptverkehrszeit morgens in östlicher Richtung (stadteinwärts), nachmittags in westlicher Richtung (stadtauswärts).

### Steuerungslogik, Programmstruktur und Programmelemente

Allgemein / Kraftfahrzeugverkehr	Die Lichtsignalsteuerung ist signalgruppenorientiert. Im Ablauf ergeben sich drei Grundphasen, wobei die Ströme der Zufahrt Bockenheimer Landstraße-West eine Zugabezeit erhalten. Sämtliche Linksabbieger sind nicht gesichert geführt. Die Ströme der Nebenrichtungen werden nur auf Anforderung stets gemeinsam freigegeben.
ÖV	ÖV-Fahrzeuge können eine Verlängerung der Freigabezeit erwirken und die Freigabe der Nebenrichtung bis zur eigenen Abmeldung verzögern.
Fußgängerverkehr	Der Fußgängerverkehr ist gegenüber abbiegendem Kraftfahrzeugverkehr nicht gesichert. An den über die Hauptrichtung führenden Furten sind Hilfsignalgeber zur Warnung vor bevorrechtigtem Fußgängerverkehr vorhanden. <i>Die Signalbildfolge und die sich praktisch ergebende Phasenstruktur weisen keine Auffälligkeiten auf.</i>

### 2.1.4 Infrastruktur

<b>Steuergerät</b>	Siemens MS, Baujahr 1998
<b>Signalgeber</b>	Die Hauptrichtungen sind mit jeweils 3 Signalgebern (am rechten und linken Fahrbahnrand sowie am Ausleger) ausgestattet. In der Nebenrichtung befinden sich jeweils zwei Signalgeber. Alle Signalgeber haben einen Signalfelddurchmesser von 200 mm.
Fußgängerverkehr	Alle Fußgängerfurten sind mit zweifeldigen Signalgebern mit 200 mm Signalfelddurchmesser ausgestattet.
Hilfssignalgeber	Hilfssignalgeber (Gelbblinker) zur Warnung vor bevorrechtigtem Fußgängerverkehr sind an beiden über die Hauptrichtung führenden Furten beidseitig vorhanden. Sie werden stets geschaltet, wenn die Fußgängerfreigabezeit geschaltet ist.
weitere Signalgeber	Besondere Signalgeber für den ÖV und den Radverkehr sind nicht vorhanden, beide Verkehrsteilnehmergruppen werden gemeinsam mit dem Kraftfahrzeugverkehr signalisiert. Taktile und akustische Signale sind nicht vorhanden.  <i>Die Anzahl und Aufstellung der Signalgeber entspricht den RiLSA.</i>

### Detektoren

Kraftfahrzeugverkehr	Sämtliche Fahrstreifen sind mit Erfassungseinrichtungen wie folgt ausgestattet:  <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Haupttrichtung (B, D)</td> <td>Bemessungsdetektoren in allen Fahrstreifen</td> </tr> <tr> <td>Nebenrichtung (A, C)</td> <td>Anforderungsdetektoren in allen Fahrstreifen</td> </tr> </table> <p>Der Haltlinienabstand der Bemessungsdetektoren beträgt 30m. Die Erfassung wird in der Zufahrt A über einen Infrarotsensor, in allen anderen Zufahrten über Induktionsschleifen realisiert. Eine Stauraumüberwachung findet nicht statt.</p>	Haupttrichtung (B, D)	Bemessungsdetektoren in allen Fahrstreifen	Nebenrichtung (A, C)	Anforderungsdetektoren in allen Fahrstreifen
Haupttrichtung (B, D)	Bemessungsdetektoren in allen Fahrstreifen				
Nebenrichtung (A, C)	Anforderungsdetektoren in allen Fahrstreifen				
ÖV	Die Anmeldungen, Anforderungen und Abmeldungen des ÖV werden über Funkbaken realisiert.				
Fußgängerverkehr	An den Furten über die Haupttrichtung (B, D) sind Anforderungstaster angeordnet.  Einrichtungen zur Verkehrsüberwachung sind nicht vorhanden.				

### 2.1.5 Betriebssicherheit

Kenngröße	Beschreibung und Bewertung
Vorhandensein von Rückfallebenen	Ersatzparameter für den Ausfall von Detektoren sind vorhanden. Festzeiterersatzprogramme sind hinterlegt.
Vorhandensein von Betriebsüberwachungsfunktionen	Es findet eine Störungsüberwachung und Störungsmeldearchivierung statt (Dauerspeicherung). Meldungen über den Ausfall von Detektoren werden erfasst.
Ausfallhäufigkeit	In den Jahren 2001 bis 2003 sind 16 Störungen aufgetreten:  9 Eingriffe der Signalsicherung (Rotlampenstörung) 2 Grünlampenstörungen 2 Steuergerätestörungen 2 Detektorstörungen 1 Netzausfall.

Kenngröße	Beschreibung und Bewertung
Gesamtausfall LSA je Ereignis	Bei 11 Störungen kam es zur Abschaltung der Anlage (Signalsicherung, Steuergerätestörung (1), Netzausfall).  In 7 Fällen ging die Lichtsignalanlage innerhalb von 3 min wieder in Betrieb. In drei weiteren Fällen betrug die Ausfalldauer rund 1 h, in einem weiteren Fall 2 h. Die Anlage war im Betrachtungszeitraum 2001 bis 2003 rund 5:30 h außerplanmäßig außer Betrieb.

## 2.2 Bewertung der Produktqualität: Verkehrssicherheit

### 2.2.1 Unfallkenngrößen, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	alle	UD	1 / 5a	16
Unfalldichte mit Personenschaden	alle	UD (P)	1 / 5a	8
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	alle	UD (SP)	1 / 5a	1
Unfalldichte	ÖV	UD <sub>ÖPNV</sub>	1 / 5a	4
Unfalldichte	Rad	UD <sub>Rad</sub>	1 / 5a	4
Unfalldichte mit Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (P)	1 / 5a	4
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (SP)	1 / 5a	0
Unfalldichte UD <sub>Fg</sub>	Fg	UD <sub>Fg</sub>	1 / 5a	1
Unfalldichte mit Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (P)	1 / 5a	1
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (SP)	1 / 5a	0
Unfallrate	alle	UR	1 / (1000 Kfz*a)	n.v.
Unfallrate mit Personenschaden	alle	UR(P)	1 / (1000 Kfz*a)	n.v.
Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD	1.000 €	264
mittlere Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD/U	1.000 €/U	16,9
Unfallkostenrate (pauschale Unfallkosten)	alle	UKR	€/ (1000 Kfz*a)	n.v.

### 2.2.2 Klassifizierung als Unfallhäufungsstelle

Bewertung nach den Grenzwerten für Unfallhäufungsstellen (UHS), FGSV (1998):

Unfalltypen-Steckkarte	Betrachtungszeitraum	Einheit	Grenzwert Unfalldichte U	Unfalldichte U	Bewertung
Einjahreskarte	1999	1 / a	5 (gleichartige)	5 (4 Typen)	unauffällig
Einjahreskarte	2000	1 / a	5 (gleichartige)	2	unauffällig
Einjahreskarte	2001	1 / a	5 (gleichartige)	4	unauffällig
Einjahreskarte	2002	1 / a	5 (gleichartige)	4	unauffällig
<b>Einjahreskarte</b>	<b>2003</b>	<b>1 / a</b>	<b>5 (gleichartige)</b>	<b>1</b>	unauffällig
Dreijahreskarte (P)	1999-2001	1 / 3a	5	6	auffällig
Dreijahreskarte (P)	2000-2002	1 / 3a	5	5	auffällig
<b>Dreijahreskarte (P)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>1 / 3a</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (SP)	1999-2001	1 / 3a	3	1	unauffällig
Dreijahreskarte (SP)	2000-2002	1 / 3a	3	0	unauffällig
<b>Dreijahreskarte (SP)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>1 / 3a</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>unauffällig</b>

Auffälligkeiten folgen aus den Dreijahreskarten der Unfälle mit Personenschaden der Bezugsjahre 2001 und 2002, allerdings wird der Grenzwert hier mit 6 bzw. 5 Unfällen in drei Jahren jeweils nur knapp erreicht.

Nach FGSV (1998) handelt es sich zum Bezugsjahr 2003 nicht um eine Unfallhäufungsstelle.

### 2.2.3 Zeitliche Entwicklung

In der zeitlichen Entwicklung des Unfallgeschehens sind keine auffälligen Tendenzen zu erkennen, hieraus ergibt sich kein dringender Handlungsbedarf.

### 2.2.4 Charakteristika des Unfallgeschehens, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil (%)	Unfallkosten dichte UKD [1000 €]	Unfallkosten dichte Anteil (%)	Auffälligkeit
<b>Programmzeit</b>					
HVZ morgens	1	6	6	2	
HVZ nachmittags	2	13	22	8	
NVZ	7	44	57	20	
Nachtabstaltung	6	37	185	70	
<b>Lichtverhältnisse</b>					
hell	8	50	213	79	Hoher Anteil an Unfällen bei Dunkelheit oder Dämmerung
dämmerig	2	13	17	6	
dunkel	6	37	40	15	
<b>Straßenverhältnisse</b>					
trocken	13	81	108	40	Hoher Anteil der Unfallkosten bei Nässe
nass	2	12	156	58	
winterglatt	1	6	6	2	

Unfalltypen	Gesamt	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Typ 7
Unfälle U	16	2	4	4	1	0	2	3
Unfälle U(P)	8	0	1	3	1	0	2	1

### 2.2.5 Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Unfallhäufung	U[1/5a]	U(P)	U(SP)	UKD	U bei Nacht	U bei Nässe / Winterglätte	U zur Schwachverkehrszeit
Unfalltyp 3 bei Nachtabstaltung	4	2	1	168	4	2	4

### 2.2.6 Weitere Qualitätskenngrößen der Verkehrssicherheit

Kenngröße	Bezug	Beschreibung und Bewertung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Rad	Entlang der Bockenheimer Landstraße wird regelwidriges Verhalten beobachtet: Fahren entgegen der vorgeschriebenen Fahrtrichtung; Fahren auf dem Gehweg (in Gegenrichtung)

## 2.3 Bewertung der Produktqualität: Güte des Verkehrsablaufs

### 2.3.1 Beobachtung: Abfluss und Reststau

Zu keinem Zeitpunkt während der drei Beobachtungen kam es in einem der Ströme zu Reststau. Sämtliche Fahrzeuge konnten binnen eines Umlaufs abfließen. Die Güte des Verkehrsablaufs entspricht damit der qualitativen Beschreibung zu QSV B (HBS, 2001)

### 2.3.2 Beobachtung: Koordinierte Abwicklung von Fahrzeugpulk

Strom	Morgenspitze		Nachmittagsspitze	
	Beschreibung	QSV	Beschreibung	QSV
B / 5	Planung: Gegenrichtung, nachrangig koordiniert.  Beobachtung: Pulkankunft überwiegend bei GRÜN, dann stets vollständiger Abfluss. Störungen im Zusammenhang mit ÖV (→ Verzögerung der Pulkankunft durch Haltestelle; kein vollständiger Abfluss; 3 Fälle)	F	Planung: Hauptkoordinierungsrichtung  Beobachtung: Pulkankunft überwiegend bei GRÜN, dann stets vollständiger Abfluss. Störungen im Zusammenhang mit ÖV (→ Verzögerung der Pulkankunft durch Haltestelle; kein vollständiger Abfluss)	B/C
D / 11	Planung: Hauptkoordinierungsrichtung  Beobachtung: Pulkankunft des Geradeausverkehrs vom stromaufwärts liegenden Knotenpunkt überwiegend bei GRÜN; in 2 von 10 Fällen kurz vor GRÜN; vollständiger Abfluss. Pulkankunft des links einbiegenden Verkehrs vom stromaufwärts liegenden Knotenpunkt immer bei GRÜN; immer vollständiger Abfluss.	B	Planung: Gegenrichtung, nachrangig koordiniert.  Beobachtung: Pulkankunft des Geradeausverkehrs vom stromaufwärts liegenden Knotenpunkt stets bei GRÜN (in 2 von 10 Fällen Behinderung durch Warteschlange); vollständiger Abfluss. Pulkankunft des links einbiegenden Verkehrs vom stromaufwärts liegenden Knotenpunkt immer bei GRÜN; in der Regel kein vollständiger Abfluss; in zwei von 10 Umläufen bleibt ein erheblicher Teil des Fahrzeugpulk zurück.	B

Strom	Normalverkehrszeit Vormittags	
	Beschreibung	QSV
B / 5	Beobachtung: Pulkankunft überwiegend bei GRÜN, dann stets vollständiger Abfluss. Störungen im Zusammenhang mit ÖV (→ Verzögerung der Pulkankunft durch Haltestelle, kein vollständiger Abfluss)	B/C
D / 11	Beobachtung: Pulkankunft des Geradeausverkehrs vom stromaufwärts liegenden Knotenpunkt kurz vor oder nach Beginn GRÜN, vollständiger Abfluss. Pulkankunft des links einbiegenden Verkehrs vom stromaufwärts liegenden Knotenpunkt immer bei GRÜN; vollständiger Abfluss.	A

### 2.3.3 Weitere Beobachtungen zur Güte des Verkehrsablaufs

Beobachtung	Strom	Gruppe
Wartende Linksabbieger behindern den Abfluss und zwingen zu Fahrstreifenwechseln. Der Linksabbiegestrom ist jedoch nicht in jedem Umlauf vorhanden.	D	MIV
Die Zugabezeit für den Linksabbiegestrom der Bockenheimer Landstraße-West (D) wird nicht benötigt, da nicht mehr als zwei Fahrzeuge pro Freigabezeit links abbiegen und diese sich im Knotenpunktbereich aufstellen können.	D / LA	MIV
Die Nebenrichtung wird immer freigegeben, auch wenn weder Fahrzeuge noch Fußgänger die Freigabezeit angefordert haben. (Spätere Klärung ergibt: → Detektor defekt).	A	MIV
Grundstücksausfahrt in der Zufahrt Bockenheimer Landstraße-West (B): Die Sicht auf den bevorrechtigten Verkehr wird durch das ÖV-Wartehäuschen verdeckt.	B	MIV

### 2.3.4 Zusammenstellung der Qualitätskenngrößen des Verkehrsablaufs

Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>2</sup>	Beschreibung und Bewertung	
mittlere Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte Auftreten von Reststau	MIV	BAK, PDA	Die mittlere Wartezeit ist in allen Knotenpunktzufahrten gering, die Qualitätsstufe QSV C wird auch in den Nebenrichtungen nicht unterschritten.  Es kommt nicht zu Reststau, so dass alle Fahrzeuge den Knotenpunkt ohne mehrfachen Halt passieren können.	+
mittlere Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte Reaktionszeit der Steuerung nach Anmeldung	ÖV	PDA	Bockenheimer Landstraße-Ost: Die mittlere Zeitdifferenz zwischen Anmeldung an der Haltestelle und der Abmeldung nach Überfahren der Haltlinie beträgt rund 23s. Die mittlere Zeitdifferenz zwischen Türschlussmeldung und Abmeldung beträgt 7s (→ QSV A).  Bockenheimer Landstraße-West: Die mittlere Zeitdifferenz zwischen Anmeldung und Abmeldung an der Haltlinie abzüglich der theoretischen Fahrzeit beträgt 9s (→ QSV B).	+
mittlere / maximale Wartezeit Reaktionszeit der Steuerung nach Anmeldung	Fg	BAK PDA	Die mittlere Wartezeit an den Furten über die Nebenrichtung ist sehr gering (QSV A).  An den Furten über die Hauptrichtung beträgt die mittlere Wartezeit in den Hauptverkehrszeiten > 30 s, QSV D wird nicht mehr erreicht.	+ -
mittlere/maximale Wartezeit	Rad		Die mittleren Wartezeiten des Radverkehrs entsprechen denen des Kraftfahrzeugverkehrs.	+
Anteil Durchfahrten ohne Halt Güte der Koordinierung zwischen Knotenpunkten	MIV	BAK	Die Koordinierungsqualität ist gut, es treten jedoch in der Zufahrt Bockenheimer Landstraße-Ost Störungen durch den ÖV auf.  Nach einem Drittel aller ÖV-Überfahrten wird die Freigabezeit nach Abfluss des ÖV sofort abgebrochen, so dass der gesamte folgende Fahrzeugpulk anhalten muss.	+
Rückstaulänge	MIV	BAK	Es kommt zu keinen Beeinträchtigungen durch Rückstau, alle Fahrstreifen bleiben erreichbar.	+
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	BAK	Behinderungen im Abfluss treten durch die Haltestelle in der Knotenpunktausfahrt Bockenheimer Landstraße – Ost auf.	-
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	ÖV	BAK, PDA	Der ÖV wird im Abfluss nicht behindert.	+

<sup>2</sup> BAK = Beobachtung am Knotenpunkt, PDA = Prozessdatenanalyse, GrInf = Analyse der Grundinformationen

## 2.4 Zusammenstellung der Mängelaussagen

Auf der Grundlage der in **Anlage 7** dokumentierten Liste der Mängelaussagen werden für die untersuchte Lichtsignalanlage die folgenden Mängelaussagen festgestellt:

Kenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	Bemerkung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Rad	Es werden Missachtungen der vorge schriebenen Verkehrsführung für den Radverkehr beobachtet.	10	Fahren in Gegenrichtung
mittlere Wartezeit	ÖV	Auf den Knotenpunkt zufahrende ÖV-Fahrzeuge erhalten nicht regelmäßig GRÜN.	21	Busse der Linie 50
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	Der Abfluss von Kraftfahrzeugen wird behindert.	18	Zufahrt D wartende Linksabbieger
Güte der Koordinierung zwischen Knotenpunkten	MIV	Der Abfluss von Fahrzeugpulks wird regelmäßig abgebrochen.	26	dem Bus folgende Fahrzeugpulks

## 3 Qualitätsverbesserung

### 3.1 Zusammenstellung eines Katalogs möglicher Verbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Qualitätsanalyse wurden mögliche Verbesserungsstrategien und zugehörige Maßnahmen identifiziert und auf ihre grundsätzliche Eignung hin überprüft. Die in die nähere Betrachtung einbezogenen Maßnahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt und kommentiert.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>Abhilfe 6.2: Erhöhen der Flexibilität der Abwicklung des ÖPNV.</b>			
0.2.0.3	Überprüfen der Strategie der ÖPNV-Bevorrechtigung (Grad der Priorisierung).	21	nicht erforderlich → wird nicht verfolgt.
2.5.0.2	Erweitern der Eingriffsmöglichkeiten des ÖV.	21	→ Berücksichtigung der betroffenen Linie wird weiter verfolgt.
2.5.0.3	Verringern der Reaktionsdauer auf eine Anforderung durch den ÖV.	21	nachrangig zu 2.5.0.2 → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Abhilfe 6.4: Verbessern der Erfassung von Verkehrsströmen.</b>			
3.3.1.3	Verändern der Detektionstechnik.	21	nicht zielführend → wird nicht verfolgt.
3.3.1.6	Überprüfen der Plausibilitätsbedingungen bei der Fahrzeuge Erfassung (verlorene Anforderungen, Phantomanforderungen).	21	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
<b>7. Verbessern der Ausnutzung der Freigabezeit.</b>			
<b>Abhilfe 7.3: Verringern von Beeinträchtigungen des geradeaus fahrenden oder rechts abbiegenden Verkehrs durch wartende Linksabbieger.</b>			
2.6.1.6	Einrichten einer gesicherten Freigabe der Linksabbieger zeitgleich mit den anderen Strömen der Zufahrt.	18	zu große Kapazitätsminderung → wird nicht verfolgt.
<b>8. Verbessern der Koordinierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
<b>Abhilfe 8.1: Verbessern der Abstimmung der Signalisierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
2.4.0.2	Überprüfen der bevorzugten Koordinierungsrichtung.	26	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
3.4.0.1	Überprüfung der Datenübertragung zum benachbarten Knotenpunkt / zum Verkehrsrechner.	26	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>Abhilfe 8.6: Verringern der Möglichkeit störender Eingriffe in die Koordinierung.</b>			
2.5.0.4	Verringern der Eingriffsmöglichkeiten des ÖV in feindliche Freigabezeiten / in die Koordinierung.	26	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.

Aus den verbliebenen Maßnahmen werden nach der Prüfung der ihrer Verträglichkeit Handlungsempfehlungen abgeleitet, die im Folgenden beschrieben, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Kosten bewertet und mit Hinweisen zur Umsetzung versehen sind.

### 3.2 Einzeldarstellung

Auf Grund der Qualitätsanalyse ergibt sich am Knotenpunkt kein dringender Handlungsbedarf. Dennoch können die folgenden Maßnahmen zu einer weiteren Qualitätsverbesserung beitragen oder sind aus Gründen der Vorsorge angezeigt:

#### Instandsetzungsmaßnahmen

Zur Wiederherstellung der vollen Funktionalität der Lichtsignalanlage werden die folgenden Instandsetzungsmaßnahmen zur zeitnahen Umsetzung empfohlen:

#### ***I 1: Wiedereinbeziehung der Buslinie 50 in die ÖV-Bevorrechtigung***

Darstellung	Die Buslinie 50 wird wieder in die ÖV-Bevorrechtigung aufgenommen.
Begründung	Es wurde beobachtet, dass einzelne Busse am Knotenpunkt nicht bevorzugt werden. Die Prozessdatenanalyse hat ergeben, dass sich nur Busse der Linie 36 anmelden und entsprechend bevorzugt ihre Freigabezeit erhalten. Vermutlich wurde nach einer Verlegung der Linie 50 die Beschleunigungsroutine nicht neu versorgt.

#### ***I 2: Erneuerung der Markierung***

Darstellung	Die Markierungen werden erneuert.
Begründung	Teile der Markierung sind verschlissen und nicht mehr erkennbar oder wurden nach Bauarbeiten nicht wieder hergestellt. Die Maßnahme dient der Verbesserung der Erkennbarkeit und Begreifbarkeit der Verkehrsführung.

#### Verbesserungsmaßnahmen

##### ***V 1: Beseitigung der Nachtabstaltung***

Maßnahmentyp	Parameteranpassung
Darstellung	Die Lichtsignalanlage wird 24 Stunden am Tag betrieben. Es kommt das Schwachverkehrszeitprogramm (Umlaufzeit 72 s) mit der Betriebsart „Hauptrichtung-Dauergrün“ zum Einsatz.
Begründung und Wirkungsabschätzung	Vier von fünf Einbiegen-Kreuzen-Unfällen sind während der Nachtabstaltung der Lichtsignalanlage geschehen. Es ist damit zu rechnen, dass beim 24-Stunden-Betrieb der Lichtsignalanlage weniger Einbiegen-Kreuzen-Unfälle auftreten.
Nutzen-Kosten-Analyse	Der Nutzen ergibt sich aus der Vermeidung von Einbiegen-Kreuzen-Unfällen. Nach den Angaben des ISK kann eine Verringerung um 80% erwartet werden.

<b>Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Unfallvermeidung</b>		
<b>Relevante Unfalltypen</b>	<b>Pauschale Unfallkosten im Fünfjahreszeitraum</b>	<b>Pauschale Unfallkosten pro Jahr</b>
Unfalltyp 3	168.000 €	33.600 €
Geschätzter Unfallrückgangsfaktor	0,8	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>26.880 €</b>
<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Verkehrstechnische Planung, Versorgung der Wochenautomatik	pauschal	1.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>117 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		
Zusätzliche Betriebs- und Instandhaltungskosten	Betriebszeit + 50%	1.000 €
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>1.117 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>~ 24</b>

Hinweis zur Umsetzung

Die Maßnahme ist zeitnah umsetzbar. Wegen der Sicherheitsrelevanz ist sie mit hoher Priorität zu versehen.

## **V2: Aufheben der Zugabezeit der Zufahrt D und Verlängerung der Freigabezeit der Zufahrt B**

Maßnahmentyp Logikanpassung, Parameteranpassung

Darstellung Die geschaltete Zugabezeit der Linksabbieger aus der Bockenheimer Landstraße – West (D) wird aufgehoben. Infolge dessen kann die Freigabezeit des entgegenkommenden Verkehrs verlängert werden.

Begründung und Wirkungsabschätzung Es besteht keine Notwendigkeit für die Zugabezeit, da das Fahrzeugaufkommen im begünstigten Verkehrsstrom so gering ist, dass nur mit geringer Wahrscheinlichkeit Fahrzeuge nicht abfließen können. Es können sich zwei Fahrzeuge im Knotenpunktbereich aufstellen, die während der Zwischenzeit räumen können.

Nutzen-Kosten-Analyse Der Nutzen ergibt sich aus der Verringerung der Auslastung der Zufahrt Bockenheimer Landstraße – Ost (B). Für die Nutzenabschätzung wird angenommen, dass die Zugabezeit der Freigabezeit zugeordnet werden kann. Es wird der resultierende Wartezeitgewinn im nicht überlasteten Zustand ( $g^0 < 0.65$ ) abgeschätzt und über die Hauptverkehrszeiten morgens und nachmittags aufsummiert. Weitergehende positive Effekte werden vernachlässigt.

<b>Abschätzung des volkswirtschaftlichen Nutzens durch Wartezeitminderung</b>		
<b>Nutzenbeitrag</b>		
Reduktion mittlere Wartezeit	5 s / Kfz	
Zeitgewinnsumme	580 h / a	
Zeitkostensatz <sup>3</sup>	6,60 €/h	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>3.828 €</b>
<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung	pauschal	3.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>	<b>352 €</b>	
<b>Laufende Kosten</b>	---	
<b>Jährliche Kosten</b>	<b>352 €</b>	
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>	<b>~ 10</b>	

Hinweis zur Umsetzung

Die Maßnahme ist mittelfristig umsetzbar. Da sie nicht sicherheitsrelevant ist, kann sie mit geringerer Priorität versehen werden. Die Umsetzung der Maßnahme eignet sich zur Bündelung mit der Verbesserungsmaßnahme 4.

### **V 3: Ermöglichen des geschlossenen Abflusses eines vom ÖV-Fahrzeug angeführten Fahrzeugpulk**

Maßnahmentyp	Logikanpassung, Parameteranpassung
Darstellung	Die Steuerungslogik wird so angepasst, dass ein dem Bus in der Zufahrt Bockenheimer Landstraße – Ost (B) folgender Fahrzeugpulk geschlossen abfließen kann, bevor die Nebenrichtung freigegeben wird.
Begründung und Wirkungsabschätzung	<p>Es wurde beobachtet, dass eine verlängerte Freigabe des Hauptstroms häufig direkt nach der Abmeldung der Straßenbahn abgebrochen und die Nebenrichtung freigegeben wird. Dadurch kommt es im Fahrzeugpulk, der vom ÖV-Fahrzeug angeführt wurde und hinter der Haltestelle warten muss, zu einer weiteren Wartezeit.</p> <p>Es ist zu prüfen, ob der Zeitraum zwischen Voranmeldung und Ankunft an der Haltestelle sowie die Haltestellenaufenthaltszeit bereits für die Freigabe der Nebenrichtung genutzt werden kann, wenn die Freigabezeit der Hauptrichtung lang genug war, um einen Rückstau im Bereich der Haltestelle auszuschließen.</p> <p>Die Maßnahme ist mit den Belangen der Koordinierung abzustimmen.</p>
Nutzen-Kosten-Analyse	Der Nutzen der Maßnahme liegt in der Verringerung von Zeitverlusten. Der Nutzenrechnung liegen die folgenden Annahmen zu Grunde: In 50% der Fälle tritt eine Zeitverlustminderung auf, indem vier im Pulk fahrende Fahrzeuge mit dem ÖV-Fahrzeug abfließen können, ohne dass ein erneuter Halt

<sup>3</sup> Mischkalkulation aus 95% Personenverkehr und 5% Wirtschaftsverkehr, Kostensatz nach EWS 97.

der Länge einer Sperrzeit erforderlich wird (weitere positive Effekte werden vernachlässigt). In den übrigen Fällen wird davon ausgegangen, dass die Nebenrichtung nicht vorher freigegeben werden kann und der Zeitgewinn durch längere Wartezeiten in der Nebenrichtung kompensiert wird. Mit Fahrzeugpuls wird nur werktags während der Haupt- und Normalverkehrszeit gerechnet.

Hinweis: eine genauere Nutzenabschätzung ist in der verkehrsabhängigen Steuerung nur mit Hilfe einer Simulationsrechnung möglich.

<b>Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Vermeidung von Wartezeiten</b>		
<b>Abschätzung des Nutzenbeitrags</b>		
Vermiedene Wartezeit pro Fahrzeug	32 s / Kfz	€
Zeitgewinnsumme pro Jahr (240 Arbeitstage, 12 h/d, 8 Überfahrten / h, zu 1/3 betroffen (lt. PDA), Wirkung 50%)	136 h / a	€
Kostensatz nach EWS	6,60 €/h <sup>4</sup>	€
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>898 €</b>
<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung	pauschal	3.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>352 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		---
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>352 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>~ 2,6</b>

Hinweis zur Umsetzung

Die Maßnahme ist mittelfristig umsetzbar. Da sie nicht sicherheitsrelevant ist, kann sie mit geringerer Priorität versehen werden. Die Umsetzung der Maßnahme eignet sich zur Bündelung mit der Verbesserungsmaßnahme 2.

#### **Anmerkung:**

- Im Zuge der Untersuchungen (Vorbereitungen zur Prozessdatenmitschrift) wurde entdeckt, dass der Anforderungsdetektor der Palmengartenstraße – Nord (A) defekt war. Der Detektor wurde umgehend noch vor der Datenmitschrift erneuert. Dabei wurde auch das Detektionsverfahren geändert (Infrarotsensor anstelle Induktionsschleife).

<sup>4</sup> Es handelt sich hierbei um einen gemittelten Wert für 5 % Wirtschaftsverkehr (50 DM/h) und 95 % Personenvkehr (11 DM/h), umgerechnet in € und gerundet.



## Anlage 16

### Beispielanwendung 6

#### Mannheim (143): Luisenring – Jungbuschstraße

##### 1 Datenquellen und Durchführung

Es wurden die folgenden Datenquellen genutzt:

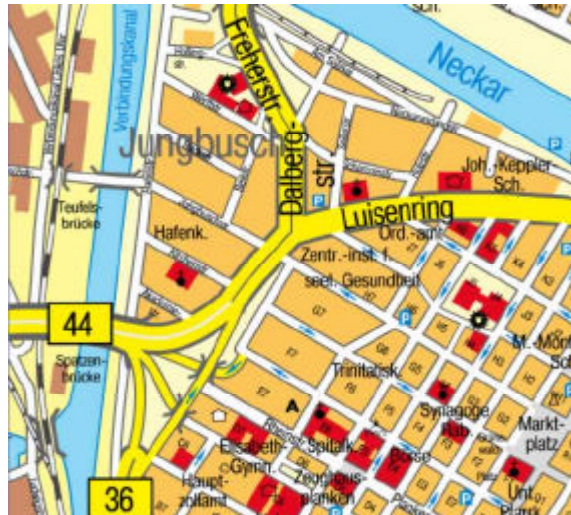
<b>Grundinformationen</b>	Grundlage:
Schritte 2.1, 2.2 und 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ signaltechnische Unterlagen</li> <li>➤ Unterlagen zur Koordinierungsplanung</li> <li>➤ Unterlagen zur makroskopischen Steuerung (Programmschaltzeiten)</li> <li>➤ mündliche Informationen von Mitarbeitern des Fachbereichs Straßenbetrieb und Grünflächen der Stadt Mannheim</li> <li>➤ Ergebnisse einer Ganztags-Verkehrszählung vom 20./21.11.2001.</li> </ul>
<b>Unfalldaten</b>	Grundlage:
Schritt 2.4 und 2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ standardisierte Unfalldatensätze (gemäß <b>Abschnitt 3.4.1.3</b>)</li> <li>➤ Unfalldiagramm zum Beobachtungszeitraum, dem die Fahrbeziehung der Unfallbeteiligten zu entnehmen ist.</li> </ul> <p>Die Unterlagen umfassen den Betrachtungszeitraum 1999 bis 2003 (5 Jahre).</p>
<b>Prozessdaten</b>	Es handelt sich um eine Lichtsignalanlage mit Festzeitsteuerung ohne Erfassungseinrichtungen. Prozessdaten wurden daher nicht ausgewertet.
Schritt 2.6	
<b>Betriebsdaten</b>	Grundlage:
Schritt 2.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Protokoll (Ausdruck) der regelmäßigen Betriebsmeldungen einschließlich der Betriebsstörungsmeldungen über den Zeitraum von 2001 bis 2004.</li> </ul> <p>Da die Daten nicht elektronisch aufbereitet sind und weiterverarbeitet werden können, wurden die Informationen händisch ausgewertet. Dabei wurden sämtliche vom Normalbetrieb abweichende Informationen nach Meldungsart, Störungstyp, Zeitpunkt, Dauer und Folge (Anlagenausfall / Rückfallebene) aufbereitet.</p> <p>Aus Gründen der Datenmenge wurde die Auswertung auf den Zeitraum Januar 2003 bis April 2004 beschränkt.</p>
<b>Informationen aus örtlichen Beobachtungen</b>	Die Inspektion der Gestaltung des Knotenpunkts sowie die Beobachtungen des Verkehrsablaufs wurden an vier Terminen vorgenommen. Der Verkehrsablauf wurde jeweils an einem Werktag (18.05. und 22.06.2004) zu den Hauptverkehrszeiten (morgens: 7:15 bis 8:30 Uhr; nachmittags: 16:30 bis 18:00 Uhr) beobachtet.
Schritte 2.8, 2.9 und 2.10	Bei der Beobachtung kam das Inspektions- und Beobachtungsprotokoll gemäß der <b>Anlage 6</b> zum Einsatz.

## 2 Darstellung und Qualitätsanalyse

### 2.1 Systemdarstellung und Bewertung der Prozessqualität

#### 2.1.1 Städtebauliche und planerische Randbedingungen<sup>1</sup>

##### Ortslage und Umfeld



Der Knotenpunkt befindet sich innerorts in Stadtzentrumslage. Im Umfeld befindet sich vollständig geschlossene Blockrandbebauung in überwiegender Wohnraumnutzung mit kleineren Lagengeschäften oder Gastronomie.

**Bild 1:** Lage im Netz;  
Quelle: Stadt Mannheim, 2004.

##### Verkehrsrelevante Einrichtungen im Umfeld

Mit Ausnahme von religiösen Gemeindezentren sind keine verkehrsrelevanten Einrichtungen in Knotenpunktnähe vorhanden. Der Haupteinkaufsbereich der Mannheimer Innenstadt ist jedoch in fußläufiger Entfernung erreichbar (500 m).

##### Netzfunktion

Der Luisenring ist Teil des geschlossenen Innenstadtrings. Dieser hat die Funktion einer Hauptverkehrsstraße zur Anbindung des innerstädtischen Verkehrs an das Fernstraßennetz. Über den Streckenzug verläuft die Bundesstraße 44.

Bei den Nebenrichtungen handelt es sich um Anliegerstraßen ohne Verbindungsfunktion (Straßenkategorien nach RAS-N, FGSV, 1988).

##### Verkehrsaufkommen

Das bei der Zählung vom 20./21.11.2001 ermittelte Verkehrsaufkommen ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

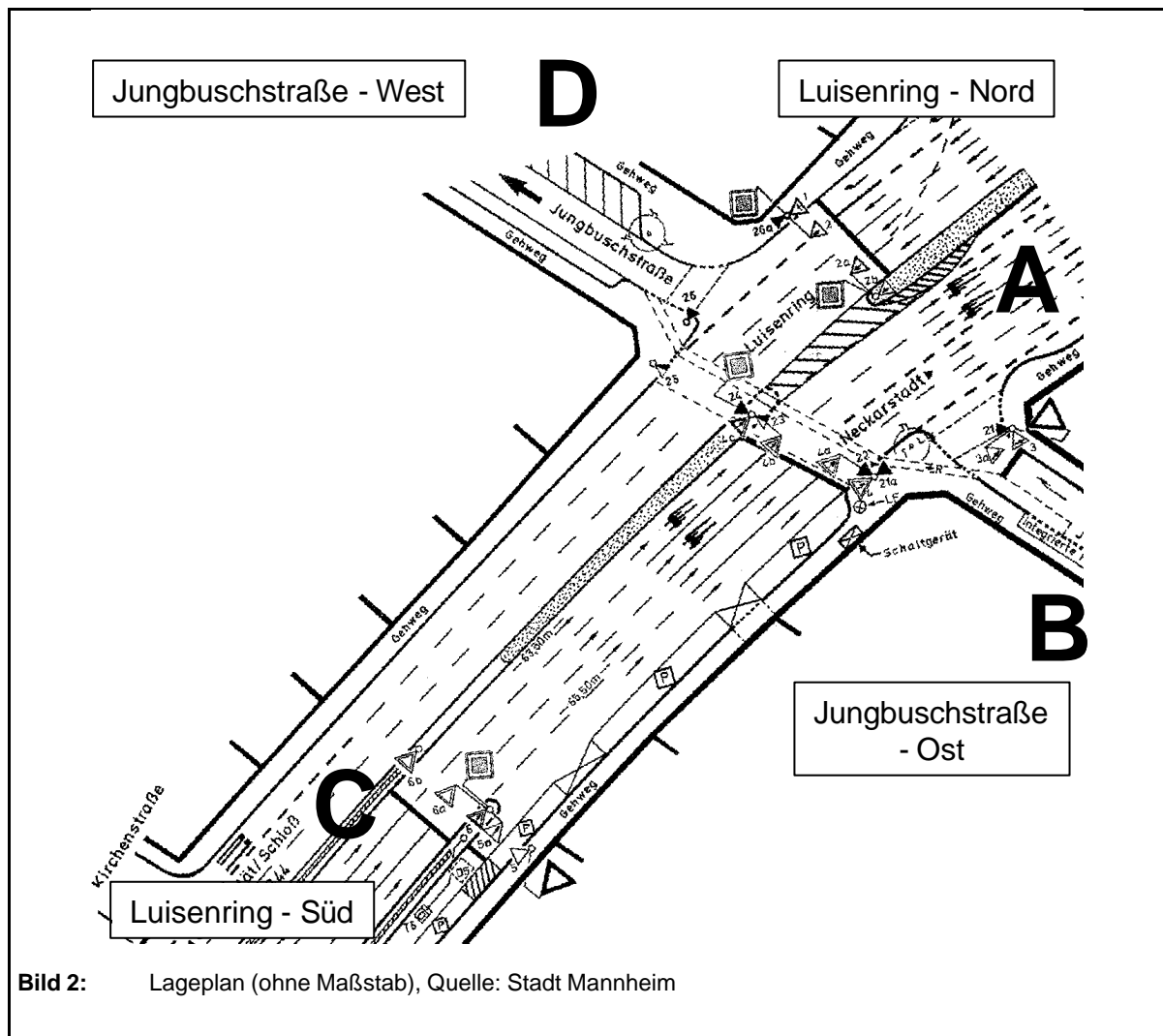
Es ergibt sich ein DTV von rund 72.600 Kfz/24h.

Zufahrt / Strom	HVZ vormittags 7:00 - 8:00 Uhr MIV [Kfz/h]	HVZ nachmittags 16:30-17:30 Uhr MIV [Kfz/h]
A (Nord) 1 rechts	45	128
A (Nord) 2 geradeaus	2232	2853
B (Ost) 4 rechts	54	119
C (Süd) 8 geradeaus	2985	3003

<sup>1</sup> Aussagen der Qualitätsbewertung sind *kursiv* gedruckt.

Das Verkehrsaufkommen im Fußgängerverkehr wurde bei den Beobachtungen qualitativ als hoch eingeschätzt (alle Richtungen). Im Radverkehr herrschte entlang der Nebenrichtungen mittleres, entlang der Hauptrichtungen geringes Aufkommen.

### 2.1.2 Knotenpunktentwurf



#### Fahrraumgestaltung

Linienführung  
und Sichtfelder

*Trotz der großen Fahrbahnbreite ist der Knotenpunkt übersichtlich und die Verkehrsführung begreifbar. Der Verkehrsablauf wird durch die vielen nicht zugelassenen Verkehrsbeziehungen vereinfacht.*

Fahrbahnoberfläche

*Keine auffälligen Schäden.*

### Allgemeine Verkehrsführung

Geradeaus fahrender Verkehr	Die Hauptrichtung ist in beiden Fahrrichtungen dreistreifig ausgebaut, in nördlicher Fahrtrichtung wird der Fahrstreifen der Zufahrt in Höhe Kirchenstraße noch addiert. Die Nebenrichtungen sind einstreifig.
Linksabbieger	Es sind keine Linksabbiegebeziehungen zulässig. Auf Grund der Einbahnregelung der Jungbuschstraße bestehen insgesamt nur vier verschiedene Fahrbeziehungen.
Rechtsabbieger	Der Rechtsabbieger des Luisenrings – Nord wird auf eigenem Fahrstreifen geführt.

**Besondere Verkehrsführung des ÖV** Am Knotenpunkt verkehrt kein regelmäßiger ÖV. Entsprechend sind keine eigenen Verkehrsflächen für den ÖV vorhanden.

**Besondere Verkehrsführung des Radverkehrs** Entlang der Hauptverkehrsstraße existieren keine gesonderten Radverkehrsflächen, der Radverkehr wird gemeinsam mit dem Kraftfahrzeugverkehr geführt.

*Auf Grund der hohen Geschwindigkeiten und großen Kraftfahrzeug-Verkehrsstärken ist eine Führung im Mischverkehr nicht ratsam. Für eine gesonderte Führung müsste aber der Verkehrsraum für den Kraftfahrzeugverkehr eingeschränkt werden, was nicht möglich ist. Die geringe Radverkehrsstärke entlang der Hauptrichtung könnte auch darauf schließen lassen, dass attraktive alternative Routen vorhanden sind und genutzt werden.*

**Bild 3:** Radverkehrsführung in der Zufahrt Ost



Entlang der Nebenrichtung ist – im Gegensatz zum Kraftfahrzeugverkehr – ein kreuzender Radverkehr in beiden Richtungen möglich. In der Fahrtrichtung der Einbahnstraßen von Ost nach West erlaubt eine Markierung dem aus der Jungbuschstraße – West kommenden Radverkehr die Weiterfahrt geradeaus in Abweichung vom

Zeichen 209-20 StVO (Vorgeschriebene Fahrtrichtung rechts) für den Kraftfahrzeugverkehr.

*Die Markierung (Rotfläche, Piktogramme und Pfeile) ist verschlissen und bedarf einer Erneuerung.*

In der Gegenrichtung weist die Verwendung eines kombinierten Sinnbilds Radfahrer/Fußgänger darauf hin, dass Radverkehr die Furt auch in West-Ost-Richtung befahren darf.

*Die Rechtmäßigkeit des Befahrens der Jungbuschstraße in Gegenrichtung zum Einbahnstraßenverkehr ist nicht eindeutig geklärt.*

### Verkehrsführung des Fußgängerverkehrs

Gehwege	Dem Fußgängerverkehr stehen in allen Knotenpunktarmen beidseitig der Fahrbahnen Gehwege zur Verfügung.
---------	--

**Fußgängerfurten** Fußgängerfurten befinden sich in den Zu- und Ausfahrten der Nebenrichtungen und in der Zufahrt Luisenring-Süd. Letztere ist durch eine Mittelinsel geteilt. In der Zufahrt Luisenring-Nord ist keine Furt vorhanden.  
*Mit Ausnahme der fehlenden Furt ist die Führung direkt und umwegarm.*

### **Bauliche und sonstige Ausstattung des Knotenpunkts**

**Inseln** Die Fahrbahn der Hauptrichtung ist durch eine Mittelinsel getrennt, die jedoch im Knotenpunktbereich unterbrochen ist, obwohl die Überfahrt nicht erlaubt ist.  
*Die Aufstellfläche für Fußgänger ist ausreichend.*

**Markierung** *Die Markierungen sind verschlissen.*



**Bild 4:**  
Verschlissene Haltlinienmarkierung

**Beschilderung** Es ist keine wegweisende Beschilderung vorhanden.

**Zusätzliche Verkehrseinrichtungen im Knotenpunktumfeld** Parkstände sind mit Ausnahme des Luisenrings in südlicher Fahrtrichtung in allen Knotenpunktzufahrten und -ausfahrten vorhanden.  
*Besondere Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und den Verkehrsfluss sind von den Parkständen nicht zu erwarten.*

### **2.1.3 Verkehrssteuerung**

**Betriebszeit** 24 Stunden.

**Signalprogrammaktivierung** Es existieren fünf zeitplanabhängig geschaltete Signalprogramme mit Umlaufzeiten von 90s für die Haupt- und Normalverkehrszeiten sowie 72s und 60s für die Schwachverkehrszeiten.

**Steuerungsverfahren** Festzeitsteuerung.

**Koordinierung** Die Lichtsignalanlage ist eingebunden in eine Koordinierung von 12 Anlagen über eine Strecke von rund 1,2 km entlang des Luisenrings. Mit dem stromaufwärts gelegenen Nachbarknotenpunkt Dalbergstraße besteht eine enge Abstimmung.

Das über den Knotenpunkt in südlicher Fahrtrichtung führende Gründband hat lediglich eine Breite von 5 bis 10 s (je nach Programm); die angebotene Freigabezeit ist um ein Vielfaches länger. Dadurch kann jedoch auch der aus der Dalbergstraße rechts einbiegende Verkehrsstrom koordiniert abfließen. In nördlicher Fahrtrichtung beginnt die koordinierte Strecke am betrachteten Knotenpunkt.

**Steuerungslogik, Programmstruktur und Programmelemente**

Allgemein / Kraftfahrzeugverkehr	<p>Die Lichtsignalsteuerung hat zwei Phasen. Wegen der Fahrtrichtungsausschlüsse sind dennoch sämtliche Verkehrsströme vollständig gesichert.</p> <p>Die Einfahrtsschleuse der Parallelfahrbahn in Höhe Kirchenstraße bildet eine signaltechnische Einheit mit dem Knotenpunkt. Die Signalisierung erlaubt dem Verkehr von der Parallelfahrbahn das gesicherte Einordnen zum links abbiegen an dem stromabwärts folgenden Knotenpunkt.</p> <p><i>Der Phasenablauf weist keine ungewöhnlichen Abfolgen auf.</i></p>
Radverkehr	<p>Der Radverkehr wird entlang der Jungbuschstraße gemeinsam mit dem Fußgängerverkehr signalisiert (s.o.). Entlang des Luisenrings wird er gemeinsam mit dem Kraftfahrzeugverkehr signalisiert.</p>
Fußgängerverkehr	<p>Sämtliche Fußgängerverkehrsströme sind vollständig gegen den Kraftfahrzeugverkehr gesichert.</p> <p>Die Freigabe über die aufeinanderfolgenden Furten über den Luisenring – Süd (C) ist progressiv koordiniert.</p>

**2.1.4 Infrastruktur**

<b>Steuergerät</b>	<p>Siemens EST, Baujahr 1992</p>
<b>Signalgeber</b>	<p>Mit Ausnahme des Rechtsabbiegers aus dem Luisenring–Nord sind sämtliche Signalgruppen sind mit mindestens zwei Signalgebern ausgestattet. Im Luisenring-Süd sind Leuchtfelder mit 300 mm Durchmesser angeordnet, in den übrigen Zufahrten solche mit 200 mm.</p> <p><i>Die Anzahl und Anordnung der Signalgeber entspricht den RiLSA.</i></p>
Fußgängerverkehr und Radverkehr	<p>Die Fußgängerfurten sind mit zweifeldigen Signalgebern ausgestattet.</p> <p><i>Die Verwendung der Fußgänger- und Radfahrersinnbilder in den Leuchtfeldern ist nicht konsistent; in beiden Gehrichtungen ist jeweils nur einer der beiden Signalgeber an den Teilfurten mit einem kombinierten Symbol ausgestattet, am jeweils anderen befindet sich nur ein Fußgängersymbol.</i></p> <p>Signalgeber für den ÖV, Hilfssignalgeber sowie taktile und akustische Signale sind nicht vorhanden.</p>
<b>Detektoren</b>	<p>Es sind keine Erfassungseinrichtungen und Verkehrsüberwachungseinrichtungen vorhanden.</p>

## 2.1.5 Betriebssicherheit

### Zusammenstellung der Qualitätskenngößen

Kenngröße	Beschreibung und Bewertung
Vorhandensein von Rückfallebenen	Keine Vorsorge für Detektorenstörung notwendig (Festzeitsteuerung) Bei Ausfall des Koordinierungsimpulses läuft die Anlage autonom.
Vorhandensein von Betriebsüberwachungsfunktionen	Störungsüberwachung und Protokollierung.
Relative Ausfallhäufigkeit	Im Jahr 2003 sind 12 Störungen aufgetreten: 7 Umschaltungen in ein vorhandenes Ortprogramm 5 Gerätestörungen
Gesamtausfall LSA je Ereignis	Bei den 5 Gerätestörungen ist es zur Abschaltung der Anlage gekommen. Die Abschaltungsdauer betrug in 4 Fällen unter 3 Minuten, in einem Fall 1 h. Das Verbleiben im Ortprogramm dauerte von 1 Minute bis hin zu 8 Stunden. In der Summe stand die Anlage im vergangenen Jahr zu rund 13 h nicht in vollem Umfang zur Verfügung.

## 2.2 Bewertung der Produktqualität: Verkehrssicherheit

### 2.2.1 Unfallkenngößen, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	alle	UD	1 / 5a	9
Unfalldichte mit Personenschaden	alle	UD (P)	1 / 5a	4
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	alle	UD (SP)	1 / 5a	1
Unfalldichte	ÖV	UD <sub>ÖPNV</sub>	1 / 5a	0
Unfalldichte	Rad	UD <sub>Rad</sub>	1 / 5a	1
Unfalldichte mit Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (P)	1 / 5a	1
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (SP)	1 / 5a	0
Unfalldichte UD <sub>Fg</sub>	Fg	UD <sub>Fg</sub>	1 / 5a	3
Unfalldichte mit Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (P)	1 / 5a	2
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (SP)	1 / 5a	1
Unfallrate	alle	UR	1 / (1000 Kfz*a)	0,025
Unfallrate mit Personenschaden	alle	UR(P)	1 / (1000 Kfz*a)	0,011
Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD	1.000 €	208
mittlere Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD/U	1.000 €/ U	23,1
Unfallkostenrate (pauschale Unfallkosten)	alle	UKR	€/ (1000 Kfz*a)	573

## 2.2.2 Klassifizierung als Unfallhäufungsstelle

Bewertung nach den Grenzwerten für Unfallhäufungsstellen (UHS), FGSV (1998):

Unfalltypen-Steckkarte	Betrachtungszeitraum	Einheit	Grenzwert Unfalldichte U	Unfalldichte U	Bewertung
Einjahreskarte	1999	1 / a	5 (gleichartige)	1	unauffällig
Einjahreskarte	2000	1 / a	5 (gleichartige)	3	unauffällig
Einjahreskarte	2001	1 / a	5 (gleichartige)	1	unauffällig
Einjahreskarte	2002	1 / a	5 (gleichartige)	3	unauffällig
<b>Einjahreskarte</b>	<b>2003</b>	<b>1 / a</b>	<b>5 (gleichartige)</b>	<b>1</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (P)	1999-2001	3 / a	5	1	unauffällig
Dreijahreskarte (P)	2000-2002	3 / a	5	2	unauffällig
<b>Dreijahreskarte (P)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (SP)	1999-2001	3 / a	3	0	unauffällig
Dreijahreskarte (SP)	2000-2002	3 / a	3	0	unauffällig
<b>Dreijahreskarte (SP)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>unauffällig</b>

Über die in der Unfallstatistik erfassten Unfälle hinaus wurden im Untersuchungszeitraum 5 weitere Unfälle mit reduzierter Erfassung bearbeitet. Bei diesen Unfällen handelt es sich um Bagatelleunfälle ohne oder mit leichtem Sachschaden. Nähere Informationen zu diesen Unfällen sind nicht verfügbar, sie werden bei der polizeilichen Unfallpunktbearbeitung nicht berücksichtigt.

Die Bewertung ergibt keine Auffälligkeiten, die Grenzwerte nach FGSV (1998) für Unfallhäufungsstellen werden nicht erreicht.

## 2.2.3 Zeitliche Entwicklung

In der zeitlichen Entwicklung des Unfallgeschehens sind keine auffälligen Tendenzen zu erkennen, hieraus ergibt sich kein dringender Handlungsbedarf.

## 2.2.4 Charakteristika des Unfallgeschehens

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil (%)	Unfallkosten dichte UKD (€)	Unfallkosten dichte Anteil (%)	Auffälligkeit
<b>Programmzeit</b>					
S2: spätabends	3	33	162	78	Hoher Anteil der Unfälle spätabends (21:00 bis 24:00 Uhr)
S4: Tagesprogramm	4	44	34	16	
S8: nachts	1	11	6	3	
S9: spätabends	1	11	6	3	
<b>Lichtverhältnisse</b>					
hell	3	33	23	11	Sehr hoher Anteil der Unfälle bei Dunkelheit
dämmrig	0	0	0	0	
dunkel	6	67	185	89	
<b>Straßenverhältnisse</b>					
trocken	6	67	185	89	Hoher Anteil der Unfälle bei Nässe oder Winterglätte
nass	2	22	17	8	
winterglatt	1	11	6	3	

Unfalltypen	Gesamt	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Typ 7
Unfälle U	9	0	0	2	3	0	4	0
Unfälle U(P)	4	0	0	1	2	0	1	0

### 2.2.5 Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens, Untersuchungszeitraum 1999-2003

Nr.	Unfalltyp	U[1/5a]	U(P)	U(SP)	UKD [1000 €]	U bei Dunkel- heit / Dämm.	U bei Nässe / Winter- glätte	U zur Schwach- verkehrs- zeit
431	Furt C	3	2	1	162	3	0	2

### 2.2.6 Weitere Qualitätskenngrößen der Verkehrssicherheit

Kenngröße	Bezug	Beschreibung und Bewertung
Akzeptanz der Verkehrs- führung und Verkehrs- steuerung	Rad	Gelegentlich tritt unerlaubtes Fahren auf dem Gehweg der Luisenstraße auf.
	Fg	Die Signalisierung über die Furt der Nebenrichtungen wird wegen nicht belegter Konfliktfläche häufig nicht beachtet.
	Fg	Fußgänger queren diagonal (außerhalb der Furt).
	MIV, ÖV, Rad	Es wurde keine Auffälligkeit beobachtet.

## 2.3 Bewertung der Produktqualität: Güte des Verkehrsablaufs

### 2.3.1 Beobachtung: Abfluss und Reststau

Strom	Morgenspitze			Nachmittagsspitze		
	Erg. <sup>2</sup>	Besonderheiten / Beschreibung	QSV	Erg.	Besonderheiten / Beschreibung	QSV
Zulauf A / 2 Luisenring geradeaus	0		<b>B</b>	20	Gleichbleibender Verkehrszustand wegen zu kurzer Grünzeit am Knotenpunkt Luisenring / Seilerstraße	<b>D</b>
Zulauf A / 2 Dalbergstr. Rechtseinb.	0		<b>B</b>	30	Dauerhafter Reststau in der Zufahrt wegen Überlastung der Ausfahrt D	<b>E/F</b>
A / 1	0	nur einzelne Fahrzeuge	<b>B</b>	0	nur einzelne Fahrzeuge	<b>B</b>
A / 2	0		<b>B</b>	30	Der Zwischenraum in der Knotenpunktzufahrt ist wegen der überlasteten Ausfahrt überstaut, so dass keine Fahrzeuge aus der Dalbergstraße mehr einfließen können.	<b>E/F</b>
B / 4	0	nur einzelne Fahrzeuge	<b>B</b>	0	nur einzelne Fahrzeuge	<b>B</b>
Zulauf C Zufahrt Kirchenstr.	0	ständiger dichter Zufluss, aber kein Reststau; Freigabezeiten ausgelastet	<b>B</b>	2	ständiger dichter Zufluss, aber kein Reststau; Freigabezeiten ausgelastet	<b>B</b>
C / 8	0	Durchfahrten ohne Halt	<b>B</b>	0	Durchfahrten ohne Halt	<b>B</b>

<sup>2</sup> Summe der Kennziffern gemäß Beobachtungsprotokoll, vgl. Anlage 6

### 2.3.2 Beobachtung: Koordinierte Abwicklung von Fahrzeugpulk

Strom	Morgenspitze		Nachmittagsspitze	
	Beschreibung	QSV	Beschreibung	QSV
Zulauf A / Pulk Luisenring Geradeaus	Planung: vollständiger Abfluss Die ersten Fahrzeuge der Pulks kommen immer bei GRÜN an: Die Pulks können stets vollständig ohne Halt abfließen.	B	Planung: vollständiger Abfluss Die ersten Fahrzeuge der Pulks kommen bei GRÜN an, treffen aber auf den durch die Überlastung der Ausfahrt verursachten Rückstau.	F
Zulauf A / am KP Dalbergstr. Rechtseinb.	Die ersten Fahrzeuge der Pulks kommen immer bei GRÜN an. In der Hälfte der Umläufe kann der Pulk nicht mehr vollständig bei GRÜN abfließen.	---	Die ersten Fahrzeuge der Pulks kommen bei GRÜN an, treffen aber auf den durch die Überlastung der Ausfahrt verursachten Rückstau.	---
Zulauf A / Pulk von Dalbergstr.	Planung: vollständiger Abfluss. Die ersten Fahrzeuge der Pulks kommen immer bei GRÜN an. Die Pulks können stets vollständig ohne Halt abfließen.	B	Planung: vollständiger Abfluss. Wegen der dauerhaften Überlastung der Knotenpunktausfahrt kann keine wirkliche Koordination beobachtet werden.	F
Zulauf C / 8 (SG 6 auf SG 4)	Planung: vollständiger Abfluss. Die ersten Fahrzeuge der Pulks kommen immer bei GRÜN an. Die Pulks können stets vollständig ohne Halt abfließen.	B	Planung: vollständiger Abfluss. Die ersten Fahrzeuge der Pulks kommen immer bei GRÜN an. Die Pulks können stets vollständig ohne Halt abfließen.	B

### 2.3.3 Weitere Beobachtungen zur Güte des Verkehrsablaufs

Beobachtung	Gruppe	Strom
Es entstehen unklare Situationen, wenn Fahrzeuge vom Luisenring kommend wegen Überlastung nicht bis zur Haltlinie vorfahren konnten und inzwischen der Dalberggring freigegeben ist → keine Möglichkeit zum Abfluss, müssen auf nächstes ROT warten, um bis zur Haltlinie vorfahren zu können.	MIV	A
Es treten relativ hohe Geschwindigkeit der Einbieger aus der Dalbergstraße auf; dies führt zu einem subjektiven Gefährdungsempfinden auf der Mittelinsel.	MIV	A
Die Markierung und Beschilderung für den Radverkehr, der von Ost nach West fahren will, ist nicht eindeutig. Roteinfärbung, Piktogramme und Pfeilmarkierungen sind verschlissen.	Rad	B, D

### 2.3.4 Zusammenstellung der Qualitätskenngrößen des Verkehrsablaufs

Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>3</sup>	Beschreibung und Bewertung
mittlere Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte Auftreten von Reststau	MIV	GrInf	Zu den Hauptverkehrszeiten kommt es jeweils im Luisenring-Nord zu mittleren Wartezeiten < 20s (QSV A) und im Luisenring-Süd zu mittleren Wartezeiten < 50 s (QSV C).  Sofern die Knotenpunktausfahrt nicht überlastet ist, kommt es nicht zu Reststau und alle Fahrzeuge können den Knotenpunkt nach maximal einem Halt überfahren.
mittlere / maximale Wartezeit	Fg	GrInf	Die mittlere Wartezeit beträgt für die unterschiedlichen Programmschaltzeiten und Richtungen: Furt über Zufahrt B A Furt mit Mittelinsel über Zufahrt C (Richtung West) B bis C Furt mit Mittelinsel über Zufahrt C (Richtung Ost) C bis D Furt über Zufahrt D A bis C

<sup>3</sup> BAK = Beobachtung am Knotenpunkt, PDA = Prozessdatenanalyse, GrInf = Analyse der Grundinformationen

Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>3</sup>	Beschreibung und Bewertung	
mittlere/maximale Wartezeit	Rad	GrInf BAK	Furt mit Mittelinsel über Zufahrt C (Richtung West) Furt mit Mittelinsel über Zufahrt C (Richtung Ost)	B bis C B bis C +
Anteil Durchfahrten ohne Halt	MIV	BAK	Koordinierte Fahrzeugströme können den Knotenpunkt weitgehend ohne Halt passieren. Die Koordinierung ist wirksam.	+
Anzahl erforderlicher Halte an aufeinanderfolgenden Furten	Fg	GrInf	Die Koordinierung über die Teilfurten des Luisenrings-Süd ist wirksam.	+
Rückstaulänge	MIV	BAK	Es konnten keine kritischen Staulängen beobachtet werden, die die Erreichbarkeit von Fahrstreifen oder die Funktionsfähigkeit anderer Knotenpunkte	+
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	BAK	Im Abfluss treten bisweilen Behinderungen auf, wenn die Knotenpunktausfahrt nach Süden nicht geräumt ist.	-

## 2.4 Zusammenstellung der Mängelaussagen

Auf der Grundlage der in **Anlage 7** dokumentierten Liste der Mängelaussagen werden für die untersuchte Lichtsignalanlage die folgenden Mängelaussagen festgestellt:

Kenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	Strom
Unfalldichte, geschichtet nach Unfalltyp (einstellige Schlüsselnummer)	alle	<b>Es tritt eine Häufung von Überschreiten-Unfällen auf (Unfalltyp 4).</b>	4	Furt C über Hauptrichtung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Rad	<b>Es werden Missachtungen der vorgeschriebenen Verkehrsführung für den Radverkehr beobachtet.</b>	10	Fahren auf Gehweg
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Fg	<b>Es werden Missachtungen der Signalisierung für den Fußgängerverkehr beobachtet.</b>	11	Querung Nebenrichtung
		<b>Es werden Missachtungen der vorgeschriebenen Verkehrsführung für den Fußgängerverkehr beobachtet.</b>	12	Queren außerhalb der Furt
Auftreten von Behinderungen oder Abfluss	MIV	<b>Der Abfluss von Kraftfahrzeugen wird behindert.</b>	18	überlastete Ausfahrt Richtung Süd (C)

## 3 Qualitätsverbesserung

### 3.1 Zusammenstellung eines Katalogs möglicher Verbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Qualitätsanalyse wurden unter Nutzung der Wissensbasis mögliche Verbesserungsstrategien und zugehörige Maßnahmen identifiziert und auf ihre grundsätzliche Eignung hin überprüft. Die in die nähere Betrachtung einbezogenen Maßnahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt und kommentiert.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
0. Verbessern der Rahmenbedingungen für die lokale Verkehrssteuerung			
<b>Abhilfe 0.1: Verringern der Verkehrsnachfrage.</b>			
0.1.0.3	Verlagern von Verkehrsströmen auf andere Strecken, so dass sie den Knotenpunkt nicht mehr befahren.	18	widerspricht Bündelungsfunktion des Luisenrings → wird nicht verfolgt.
0.2.0.1	Beschränken des Zuflusses vom Nachbar-knotenpunkt.	18	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.
1. Verbessern der Erkennbarkeit und Übersichtlichkeit des Knotenpunkts			
<b>Abhilfe 1.4: Verbessern und Verdeutlichen der Verkehrsführung für den Fußgängerverkehr.</b>			
1.5.2.1	Schaffen / Vergrößern einer Aufstellfläche für Fußgänger auf der Mittelinsel.	4, 12	nicht ursächlich → wird nicht weiter verfolgt.
1.6.2.3	Einbauen von Leitelementen oder Absperrungen für Fußgänger.	4, 12	nicht möglich → wird nicht weiter verfolgt.
1.6.3.6	Erneuern der Furtmarkierung.	4, 12	→ wird vorgeschlagen.
<b>Abhilfe: Verdeutlichen der Lage von Konfliktflächen.</b>			
1.6.3.2	Erneuern der Haltlinienmarkierung.	4	→ wird vorgeschlagen.
<b>Abhilfe 1.11 Verbessern der Erkennbarkeit des Konflikts bei nicht signalisierten Strömen.</b>			
1.6.5.1	Einrichten / Verbessern der Straßenbeleuchtung im Knotenpunktbereich.	4	nicht erforderlich → wird nicht weiter verfolgt.
<b>2. Verbessern der Begreifbarkeit der Verkehrssteuerung</b>			
<b>Abhilfe 2.4: Vermeiden unplausibler Signalisierungszustände.</b>			
2.3.0.1	Einrichten eines verkehrsabhängigen Steuerungsverfahrens.	11	für Mangel nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Abhilfe 2.9: Verbessern der Verkehrsführung und Vereinfachen der Verkehrssteuerung für Fußgänger.</b>			
1.5.2.1	Schaffen / Vergrößern einer Aufstellfläche für Fußgänger auf der Mittelinsel.	4, 11	keine Anhaltspunkte → wird nicht verfolgt.
3.2.3.1	Verändern von Standorten der Signalgeber für den Fußgängerverkehr.	4	→ als Hinweis übernommen.
<b>Abhilfe 2.10: Überprüfen der verwendeten Parameter für die Zwischenzeitenberechnung.</b>			
2.7.6.1	Anpassen der Gelbzeit unter Beachtung der Annäherungsgeschwindigkeit.	4	Gelbzeit ist angepasst → wird nicht verfolgt.
2.7.7.1	Überprüfen, ob die Zwischenzeit zu kurz bemessen ist (Räum- und Einfahrwege, fahrdynamische Annahmen).	4	keine Anhaltspunkte → wird nicht verfolgt.
<b>Abhilfe 2.11: Durchsetzen einer angepassten Fahrgeschwindigkeit.</b>			
1.6.4.5	Anordnen einer Geschwindigkeitsbeschränkung.	4	→ wird als Hinweis übernommen.
3.3.3.2	Einrichten einer ortsfesten Geschwindigkeitsüberwachung.	4	nicht angemessen → wird nicht verfolgt.
<b>Abhilfe 2.12: Verhindern von Rotlichtüberfahrungen.</b>			
3.3.3.1	Einrichten einer Rotlichtüberwachung.	4	nicht angemessen → wird nicht verfolgt.
<b>3. Verbessern der Erkennbarkeit der Signalisierung</b>			
<b>Abhilfe 3.1: Vermeiden des Übersehens der Signalisierung.</b>			
3.2.1.3	Vergrößern des Signalfelddurchmessers.	4	→ wird weiter verfolgt.
<b>4. Verbessern der Befahrbarkeit und Begehrbarkeit des Knotenpunkts.</b>			
<b>Abhilfe 4.1: Verbessern der fahrgeometrischen Gegebenheiten.</b>			
1.2.0.2	Verbreitern von Fahrstreifen (in der Knotenpunktzufahrt / in der Knotenpunktausfahrt / auf Fahrbahnen für Abbieger).	10	nicht zielführend → wird nicht weiter verfolgt.

Aus den verbliebenen Maßnahmen werden nach der Prüfung der ihrer Verträglichkeit Handlungsempfehlungen abgeleitet, die im Folgenden beschrieben, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Kosten bewertet und mit Hinweisen zur Umsetzung versehen sind.

### 3.2 Einzeldarstellung

#### Instandsetzungsmaßnahmen

Zur Wiederherstellung der vollen Funktionalität der Lichtsignalanlage werden die folgenden Instandsetzungsmaßnahmen empfohlen:

**I-1: Erneuern der Markierung und Anpassung der Leuchtfeld-Sinnbilder für den von Osten nach Westen über den Luisenring querenden Radverkehr**

Darstellung	Die Markierung für den aus der Jungbuschstraße – Ost kommenden Radverkehr, der den Luisenring in Richtung Westen queren soll, wird vollständig erneuert (Fahrstreifenbegrenzung, Einfärbung der Fläche, Radfahrersymbol der Streuscheibe).  Das Sinnbild „Fußgänger“ im Leuchtfeld des Signalgebers 23 wird durch ein kombiniertes Sinnbild „Radfahrer und Fußgänger“ ersetzt.
Begründung	Die Markierung ist verschlissen und nicht mehr erkennbar. Sie ist jedoch für eine sichere Verkehrsabwicklung und ein regelgerechtes Verhalten der betroffenen Radfahrer unabkömmlich, da diese sonst der Regelung durch Zeichen 209-20 „Vorgeschriebene Fahrtrichtung rechts“) unterliegen.  Die Verwendung der Sinnbilder stimmt mit der Verkehrsführung derzeit nicht überein.
Hinweis	Bei zeitnaher Realisierung des Verbesserungsvorschlags 2 erübrigt sich diese Maßnahme.

**I-2: Ergänzen des Zeichens 220-StVO „Einbahnstraße“ in der Einfahrt zur Jungbuschstraße – Ost.**

Darstellung	In der Einfahrt zur Jungbuschstraße-Ost wird die Beschilderung mit dem Zeichen 220 StVO „Einbahnstraße“ ergänzt.
Begründung	Die fehlende Beschilderung führt dazu, dass Quellverkehr der Jungbuschstraße die Straße in beiden Richtungen befahren darf und entsprechend auch in den Knotenpunkt einfahren dürfte. Dies ist offensichtlich nicht beabsichtigt. Daher muss eine entsprechende Beschilderung ergänzt werden.
Hinweis	Die Wechselwirkung mit dem Verbesserungsvorschlag 2 und die Auswirkung auf den Radverkehr ist zu beachten; eine Freigabe des Radverkehrs in Gegenrichtung sollte erwogen werden.

**I-3: Erneuerung der Markierung im Knotenpunktbereich**

Darstellung	Die verschlissene Markierung von Haltlinien; Fahrstreifenbegrenzungen und Furtmarkierungen ist zu erneuern.
Begründung	Erhöhung der Erkennbarkeit und Begreifbarkeit der Verkehrsführung.
Hinweis	Die Maßnahme steht in engem Zusammenhang mit der Verbesserungsmaßnahme 2 und ist mit dieser abzustimmen, um nachträglichen Mehraufwand zu vermeiden.

**Verbesserungsmaßnahmen****V-1: Vergrößerung der Leuchtfelder für den Fußgängerverkehr**

Maßnahmentyp	Hardwareanpassung
Darstellung	Die Signalgeber an der Fußgängerfurt über die Zufahrt C werden durch Signalgeber mit 300mm-Leuchtfelddurchmesser ersetzt.
Begründung und Wirkungsabschätzung	Erhöhung der Leuchtwirkung, dadurch Verbesserung der Erkennbarkeit des Lichtsignals und erhöhen der Warnwirkung. Eine besondere Bedeutung kommt dieser Maßnahme zu, da in der Regel nicht direkt am Knotenpunkt Fahrzeuge warten und daher ein Spätlaufen und Rotgehen von den Verkehrsteilnehmern möglicherweise als unkritisch eingeschätzt wird.
Nutzen-Kosten-Analyse	Der volkswirtschaftliche Nutzen der Maßnahme ergibt sich aus der Vermeidung von Überschreiten-Unfällen. Die Kosten der Maßnahme werden wie in der Tabelle dargestellt abgeschätzt.

<b>Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Unfallvermeidung</b>		
<b>Relevante Unfalltypen</b>	<b>Pauschale Unfallkosten im Fünfjahreszeitraum</b>	<b>Pauschale Unfallkosten pro Jahr</b>
Unfalltyp 431+ (Süden / C)	162.000 €	32.400 €
Geschätzter Unfallrückgangsfaktor	0,2	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>6.480 €</b>
<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Vorhandene Signalgeber abbauen und durch neue Signalgeber ersetzen	4	2.400 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>281 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		<b>--</b>
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>281 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>&gt; 20</b>

Hinweis zur Umsetzung	Die Maßnahme ist kurzfristig umsetzbar und sollte wegen der Sicherheitsrelevanz hohe Priorität erhalten. Auf den Einsatz der mit der Radverkehrsführung abgestimmten Symbol-schablonen ist zu achten (vgl. Verbesserungsvorschlag 2).
-----------------------	--

**V-2: Sichern der Radverkehrsführung in Gegenrichtung durch Beschilderung und Markierung**

Maßnahmentyp	bauliche Maßnahme
Darstellung	Die Radverkehrsführung entlang der Jungbuschstraße und im Bereich der Querung des Luisenrings wird durch Beschilderung und Markierung verdeutlicht und gesichert. Dies umfasst auch eine eindeutige Regelung der Zulässigkeit von Radverkehr in Gegenrichtung.

Begründung und  
Wirkungsabschätzung

Derzeit erscheint das Befahren der getrennten Furt für Fußgänger und Radfahrer über die Zufahrt Luisenring-Süd (C) erlaubt, da das Signalfeld mit einem entsprechenden Sinnbild ausgestattet ist und die westliche Jungbuschstraße nicht als Einbahnstraße (Zeichen 220 StVO) beschildert ist. Die Breite der Furtmarkierung für den Radverkehr reicht hierzu jedoch nicht aus, zudem ist in der Jungbuschstraße-Ost durch Zeichen 267 StVO („Verbot der Einfahrt“) das Befahren in östlicher Richtung auch für den Radverkehr nicht gestattet.

Die Klärung und Sicherung der Radverkehrsführung ist aus Gründen der Unfallprävention erforderlich und dient der Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs.

Nutzen-Kosten-  
Analyse

Der Nutzen der Maßnahme ergibt sich aus der Verbesserung der Verkehrssicherheit und der Attraktivitätssteigerung für den Radverkehr.

Da es in den vergangenen Jahren nur zu einem Unfall mit Radverkehr im Bereich der Querung der Luisenstraße gekommen ist, kann keine Unfallauffälligkeit in Verbindung mit der derzeitigen Gestaltung unterstellt werden. Die Ermittlung eines volkswirtschaftlichen Nutzens durch Unfallreduktion ist daher nicht möglich. Für die Bewertung der Attraktivitätssteigerung für den Radverkehr wäre eine netzweite Betrachtung an Hand der Reduktion von Reisezeiten durch direkte Routenführung erforderlich und kann hier nicht vorgenommen werden.

Die Kosten der Maßnahme werden wie folgt abgeschätzt:

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		<b>Kosten</b>
Markierung (Furtmarkierung, Roteinfärbung)		1000 €
Beschilderung	2 Maste. 6 Schilder (2x Hinweis Führung, 4x „Rf frei“)	750 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>205 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		---
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>205 €</b>

Hinweis zur  
Umsetzung

Die Freigabe der Einbahnstraße in der Jungbuschstraße-Ost für den Radverkehr in Gegenrichtung bedarf einer Prüfung der Voraussetzungen gemäß VwV-StVO. Bei zeitnaher Umsetzung des Verbesserungsvorschlags braucht die Instandsetzungsmaßnahme 1 nicht weiter verfolgt werden.

### 3.3 Weitere Untersuchungen

Der folgende weitere Untersuchungsbedarf an benachbarten Knotenpunkten oder im knotenpunkt-übergeordneten Zusammenhang wurde festgestellt:

#### **WU-1: Untersuchung von Maßnahmen an der stromabwärts gelegenen Lichtsignalanlage zur Vermeidung von Streckenüberlastungen**

Maßnahmentyp	Anpassung übergeordneter Rahmenbedingungen; ggf. bauliche Maßnahmen, Hardwareanpassungen und logische Anpassungen am stromabwärts liegenden Knotenpunkt
Darstellung	Durch geeignete Maßnahmen ist die Wahrscheinlichkeit einer Überstauung der Knotenpunktausfahrt zu verringern (Verlängerung der Freigabezeit; Stauraumüberwachung).
Begründung	Die Güte des Verkehrsablaufs am Knotenpunkt wird wesentlich durch knotenpunktübergeordnete Einflüsse (Gesamtverkehrsaufkommen entlang des Luisenrings) bestimmt. Überlastungen der Knotenpunktausfahrt führen zu langem Rückstau und Reststau am betrachteten Knotenpunkt, obwohl die Freigabezeiten ausreichen.



**Bild 5:** Überlastete Knotenpunktausfahrt

#### Weiterer Hinweis

#### **Verändern des Standorts des Fußgängersignalgebers in der Furt D**

Darstellung



**Bild 6:** Fußgängersignalgeber über die Jungbuschstraße mit weit abgerücktem Signalgeber

Der Fußgängersignalgeber an der Furt Jungbuschstraße - West ist in zu großem Abstand von der Furt angebracht und steht nicht mittig im Blickfeld. Ein Übersehen der Signalisierung kann nicht ausgeschlossen werden.

Hinweis

Es ist an dieser Stelle noch zu keiner Unfallhäufung gekommen. Bei der Beobachtung ergab sich kein Hinweis, dass sich die ungünstige Platzierung negativ auf die Akzeptanz wirkt, da in der Gegenrichtung trotz günstigeren Standorts des Signalgebers ebenfalls das Rotlicht missachtet wurde.

## Anlage 17

### Beispielanwendung 7

#### Mannheim (557):

#### Bürstadter Straße – Spinnereistraße – Priebuser Straße

### 1 Datenquellen und Durchführung

Es wurden die folgenden Datenquellen genutzt:

<b>Grundinformationen</b>	Grundlage:
Schritte 2.1, 2.2 und 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ signaltechnische Unterlagen</li> <li>➤ Unterlagen zur Koordinierungsplanung</li> <li>➤ Unterlagen zur makroskopischen Steuerung (Programmschaltzeiten)</li> <li>➤ mündliche Informationen von Mitarbeitern des Fachbereichs Straßenbetrieb und Grünflächen der Stadt Mannheim</li> <li>➤ Ergebnisse einer Ganztags-Verkehrszählung vom 25./26.09.2001.</li> </ul>
<b>Unfalldaten</b>	Grundlage:
Schritt 2.4 und 2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ standardisierte Unfalldatensätze (gemäß <b>Abschnitt 3.4.1.3</b>)</li> <li>➤ Unfalldiagramm zum Beobachtungszeitraum, dem die Fahrbeziehung der Unfallbeteiligten zu entnehmen ist.</li> </ul> <p>Die Unterlagen umfassen den Betrachtungszeitraum 1999 bis 2003 (5 Jahre).</p>
<b>Prozessdaten</b>	Grundlage:
Schritt 2.6	<p>Datenmitschrift im Steuergerät im Zeitraum von 16.06. bis 22.06.2004 (6 Tage; Mittwoch bis Dienstag). Dabei wurden die folgenden Informationen sekundlich erfasst:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ aktuelle Sekunde im Umlauf, laufendes Programm</li> <li>➤ Signalisierungszustände</li> <li>➤ Belegungszustände der Detektoren des MIV und der Fußgänger.</li> </ul> <p>Zählwerte der Detektoren konnten nicht ausgelesen werden.</p>
<b>Betriebsdaten</b>	Grundlage:
Schritt 2.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Protokoll (Ausdruck) der regelmäßigen Betriebsmeldungen einschließlich der Betriebsstörungsmeldungen über den Zeitraum von 2001 bis 2004.</li> </ul> <p>Da die Daten nicht elektronisch aufbereitet sind und weiterverarbeitet werden können, wurden die Informationen händisch ausgewertet. Dabei wurden sämtliche vom Normalbetrieb abweichende Informationen nach Meldungsart / Störungstyp, Zeitpunkt, Dauer und Folge (Anlagenausfall / Rückfallebene) aufbereitet.</p> <p>Aus Gründen der Datenmenge wurde die Auswertung auf den Zeitraum Januar 2003 bis April 2004 beschränkt.</p>

### Informationen aus örtlichen Beobachtungen

Schritte 2.8, 2.9 und 2.10

Die Inspektion der Gestaltung des Knotenpunkts sowie die Beobachtungen des Verkehrsablaufs wurden an vier Terminen vorgenommen. Der Verkehrsablauf wurde jeweils zwei Mal an einem Werktag (24.05., 27.05. und 24.06. 2004) zu den Hauptverkehrszeiten (morgens: 7.00 bis 8.30 Uhr; nachmittags: 16.00 bis 18.00 Uhr) beobachtet.

Bei der Beobachtung kam das Inspektions- und Beobachtungsprotokoll gemäß der **Anlage 6** zum Einsatz.

## 2 Darstellung und Qualitätsanalyse

### 2.1 Systemdarstellung und Bewertung der Prozessqualität

#### 2.1.1 Städtebauliche und planerische Randbedingungen

##### Ortslage / Umfeld

Der Knotenpunkt liegt in Stadtrand-Außenlage. Die Bürstadter Straße ist zwar verkehrsrechtlich als Innerortsstraße gewidmet, umgeht die geschlossene Bebauung jedoch in Randlage. Ausbauzustand, Anbaufreiheit und die Lage hinter einer Lärmschutzwand verleihen ihr einen Außerortscharakter. Dementsprechend wirkt die Einfahrt in die Spinnereistraße als Ortseingangssituation. Über die Priebuser Straße ist ein Industriegebiet angeschlossen, dessen Bebauung auch erst in größerem Abstand vom Knotenpunkt beginnt.



**Bild 1:** Lage im Netz;  
Quelle: Stadt  
Mannheim, 2004

Es sind keine verkehrsrelevante Einrichtungen in der Nähe des Knotenpunkts vorhanden.

##### Netzfunktion

Die Bürstadter Straße ist eine Hauptsammelstraße. Sie dient zur Anbindung von Stadtteilen an das regionale Verkehrsnetz (Bundesstraße 44). Die Bürstadter Straße und die Priebuser Straße sind Sammelstraßen zur Flächenerschließung.

##### Verkehrsaufkommen

Aus einer 16-Sunden-Zählung am 25./26. September 2001 liegen Verkehrsstärken vor. Demnach liegt ein DTV von 21.283 Kfz/24h vor.

Auffällig ist ein hoher Schwerverkehrsanteil (>15%), der mit der Verbindungsfunktion zu einigen Industriegebieten zu erklären ist. Hiervon sind besonders die Hauptrichtung Bürstadter Straße sowie der Verbindung von der Bürstadter Straße-Nord in die Priebuser Straße betroffen.

Am Knotenpunkt verkehrt kein regelmäßiger ÖV.

Die Bedeutung für den Fußgängerverkehr ist hoch, da über den Knotenpunkt eine Schulwegverbindung führt. Das Verkehrsaufkommen im Fußgängerverkehr ist jedoch insgesamt gering.

Das Verkehrsaufkommen im Radverkehr ist ebenfalls mäßig.

Verkehrstrombelastungen zu den Spitzenstunden:

Zufahrt / Strom	HVZ vormittags MIV [Kfz/h]			HVZ nachmittags MIV [Kfz/h]		
	rechts	ger.	links	rechts	ger.	links
A (Nord)	6	860	55	82	488	25
B (Ost)	32	9	7	65	9	10
C (Süd)	7	215	38	9	910	237
D (West)	161	11	41	42	6	65

### Zulässige Geschwindigkeit

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. Aufgrund der im Umfeld nicht erkennbaren verkehrsrechtlich innerörtlichen Lage wird die Höchstgeschwindigkeit im Verlauf der Bürstadter Straße mehrfach in der Beschilderung wiederholt und markiert.

Die Spinnereistraße ist als Tempo-30-Zone ausgeschildert.

## 2.1.2 Knotenpunktentwurf

### Fahrraumgestaltung

Linienführung und  
Sichtfelder

*Der Knotenpunkt ist übersichtlich und die Verkehrsführung ist gut begreifbar. Die Haltesicht ist in allen Zufahrten gewährleistet.*

Fahrbahnoberfläche

*Keine auffälligen Schäden.*

### Allgemeine Verkehrsführung

Geradeaus fahrender  
Verkehr



**Bild 2:** Zufahrt Bürstadter Straße-Nord

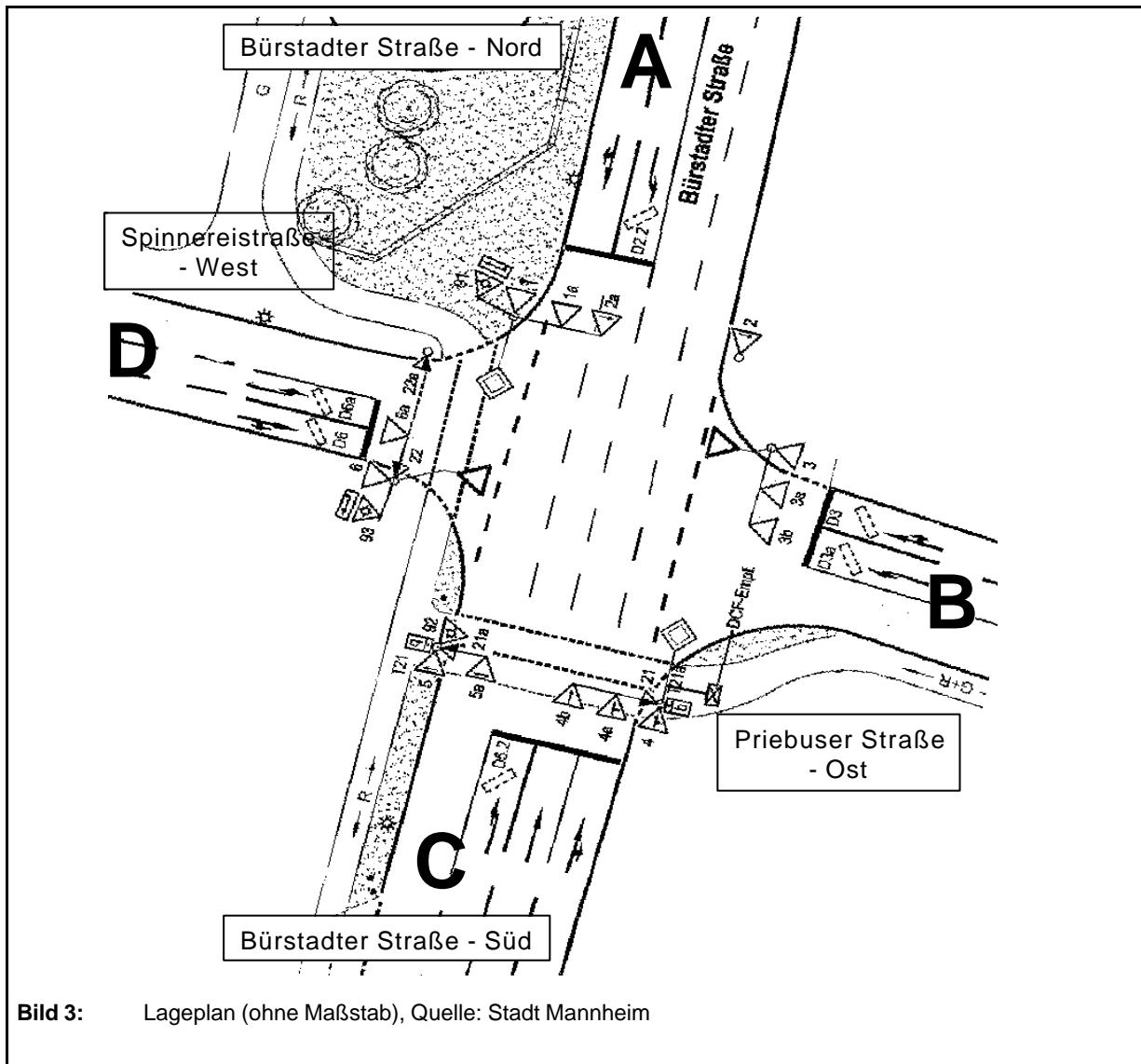
Die Hauptrichtung der Bürstadter Straße hat in nördlicher Fahrtrichtung zwei Fahrstreifen. Sämtliche anderen Fahrtrichtungen sind einstreifig, im Knotenpunktbereich werden zusätzliche Abbiegefahrstreifen bereitgestellt.

Linksabbieger

Es sind alle Fahrbeziehungen zulässig. Sämtliche Linksabbiegeströme erhalten eigene Fahrstreifen.

Rechtsabbieger

Sämtliche Rechtsabbieger werden auf einem Mischfahrstreifen mit dem geradeaus fahrenden Verkehr geführt.



**Bild 3:** Lageplan (ohne Maßstab), Quelle: Stadt Mannheim

**Besondere Verkehrs-  
führung des ÖV**

Am Knotenpunkt verkehrt kein regelmäßiger ÖV. Es sind keine eigenen Verkehrsflächen für den ÖV vorhanden.

**Verkehrsführung des Radverkehrs und Verkehrsführung des Fußgängerverkehrs**

**Gehwege und  
Radverkehrsanlagen**

Entlang der Bürstadter Straße verläuft ein getrennter Geh- und Radweg auf der westlichen Seite, der nur im Knotenpunktbereich an den Straßenraum angrenzt, im Streckenverlauf jedoch hinter einem Lärmschutzwand bzw. einer Lärmschutzwand geführt ist. Der Geh- und Radweg wird mit einer getrennten Furt über die Zufahrt der Spinnereistraße (D) geleitet.



**Bild 4:** Getrennter Geh- und Radweg entlang der Bürstadter Straße

In der Priebuser Straße befindet sich ein gemeinsamer Geh- und Radweg auf der Südseite. Er ist mit einer getrennten Furt über Bürstadter Straße – Süd (C) an den Geh- und Radweg der Bürstadter Straße angebunden.

*Die getrennte Furt entspricht nicht der Führung auf der Strecke.*

In der Spinnereistraße sind beidseitig Gehwege angeordnet. Der Radverkehr wird hier in der Tempo-30-Zone auf der Fahrbahn geführt.

**Furten** Es existieren keine Furten über die Bürstadter Straße – Nord (A) sowie die Priebuser Straße – Ost (B).

*Ein ausgetretener Fußpfad im nicht befestigten Quadranten AB weist darauf hin, dass an dieser Stelle Querungsbedarf besteht. Die Nutzung dieses Wegs konnte beobachtet werden.*

### **Bauliche und sonstige Ausstattung des Knotenpunkts**

**Markierung** *Die Markierung weist keine Besonderheiten auf.*

**Zusätzliche Verkehrseinrichtungen im Knotenpunktumfeld** Parkstände sind in der Zufahrt der Spinnereistraße vorhanden.

*Von den Parkständen gehen keine Beeinträchtigungen von den Parkflächen auf den Verkehrsablauf am Knotenpunkt aus.*

Inseln, Leit- und Absperreinrichtungen sowie wegweisende Beschilderung sind am Knotenpunkt nicht vorhanden.

### **2.1.3 Verkehrssteuerung**

**Betriebszeit** Die Anlage ist nachts abgeschaltet (werktags 0:00 bis 5:00 Uhr, Samstags bis 6:00 Uhr, Sonntags bis 7:00 Uhr).

**Signalprogrammaktivierung** Es existieren vier zeitplanabhängig geschaltete Signalprogramme mit Umlaufzeiten von 90s (Hauptverkehrszeiten), 72s und ohne feste Umlaufzeit (Normalverkehrszeit).

**Steuerungsverfahren** Hauptverkehrszeiten: vollverkehrsabhängiges Steuerungsverfahren (Signalgruppensteuerung, MASMO-SDM)

Schwachverkehrszeiten: Signalprogrammanpassung (Phasensteuerung) mit veränderlicher Phasenanzahl, Phasenfolge und Freigabezeiten.

**Koordinierung** Entlang der Bürstadter Straße besteht eine Koordinierung von drei benachbarten signalisierten Knotenpunkten. Die koordinierte Strecke endet bzw. beginnt in der nördlichen Zufahrt / Ausfahrt (A).

*Da am benachbarten Knotenpunkt die Hauptrichtung zwei Mal im Umlauf freigegeben wird, ist nur jede zweite Ankunft eines Pulks in der Zufahrt A koordiniert.*

### **Steuerungslogik, Programmstruktur und Programmelemente**

**Allgemein / Kraftfahrzeugverkehr** Die Lichtsignalsteuerung weist drei Grundphasen auf; durch die signalgruppenorientierte Steuerung ergeben sich praktisch fünf Phasen. Die Linksabbieger der Hauptrichtung werden gesichert, die der Nebenrichtung nicht gesichert geführt.

Radverkehr / Fußgängerverkehr	<p>Der Radverkehr wird gemeinsam mit dem Fußgängerverkehr signalisiert. Der Fußgängerverkehr wird stets gemeinsam mit parallelem Fahrverkehr freigegeben und ist gegenüber abbiegendem Verkehr nicht getrennt, jedoch mit Gelbblinkern gesichert.</p> <p><i>Die Signalbildfolge und die sich tatsächlich ergebende Phasenstruktur weisen keine Auffälligkeiten auf.</i></p>
<b>2.1.4 Infrastruktur</b>	
<b>Steuergerät</b>	Siemens MS, Baujahr 1996
<b>Signalgeber</b>	<p>Sämtliche Signalgruppen sind mit mindestens zwei Signalgebern ausgestattet. Der Signalfelddurchmesser beträgt durchgängig 200 mm.</p> <p><i>Die Anzahl und Anordnung der Signalgeber entspricht den RiLSA.</i></p>
Fußgängerverkehr und Radverkehr	Die Fußgängerfurten sind mit zweifeldigen Signalgebern mit kombiniertem Streuscheibensinnbild für Fußgänger und Radfahrer ausgestattet.
Hilfssignalgeber	<p>Hilfssignalgeber (Gelbblinker) zur Warnung vor bevorrechtigten Fußgängerströmen befinden sich vor allen Furten, die gemeinsam freigegeben werden. Für Rechtsabbieger befindet sich der Blinker neben dem Hauptsignal, für Linksabbieger direkt an der Furt.</p> <p><i>Die Anordnung der Hilfssignalgeber entspricht der in Mannheim üblichen Anordnung.</i></p>
weitere Signalgeber	Signalgeber für den ÖV und den Radverkehr sowie taktile und akustische Signale sind nicht vorhanden.
<b>Detektoren</b>	
Kraftfahrzeugverkehr	<p>Sämtliche Fahrstreifen sind mit Erfassungseinrichtungen (Induktionsschleifen) wie folgt ausgestattet:</p> <p>Hauptrichtung (A, C)                    Bemessungsdetektoren in allen Fahrstreifen             Anforderungsdetektoren in den Linksabbiegefahrstreifen          Nebenrichtung (B, D)                    Anforderungsdetektoren in allen Fahrstreifen</p> <p>Der Haltlinienabstand der Bemessungsdetektoren beträgt 50m bzw. 55m.</p> <p><i>Der Haltlinienabstand ist mit dem verwendeten Zeitlückenkriterium von 3,5 s bis 4,0 s gut abgestimmt.</i></p> <p>Stauraumüberwachung findet nicht statt.</p>
Fußgängerverkehr und Radverkehr	<p>An der Furt über der Bürstadter Straße – Süd (C) sind Anforderungstaster angeordnet.</p> <p>ÖV-Detektoren und Einrichtungen zur Verkehrsüberwachung sind nicht vorhanden.</p>

### 2.1.5 Betriebssicherheit

Kenngröße	Beschreibung und Bewertung
Vorhandensein von Rückfallebenen	Keine Vorsorge für Detektorenstörung notwendig (Festzeitsteuerung) Bei Ausfall des Koordinierungsimpulses läuft die Anlage autonom.
Vorhandensein von Betriebsüberwachungsfunktionen	Störungsüberwachung und Protokollierung.
Relative Ausfallhäufigkeit	Im Jahr 2003 sind 11 Störungen aufgetreten: 4 Rotlampenstörungen 4 Netzstörungen 1 Gerätestörung 1 Adernbruch 1 Umschaltung in das Ortprogramm.
Gesamtausfall LSA je Ereignis	Bei den 5 Gerätestörungen ist es zur Abschaltung der Anlage gekommen. Die Abschaltungsdauer betrug in 4 Fällen unter 3 Minuten, in einem Fall 1 h.  Das Verbleiben im Ortprogramm als Rückfallebene dauerte von 1 Minute bis hin zu 8 Stunden.  In der Summe stand die Anlage im vergangenen Jahr zu rund 13 h nicht in vollem Umfang zur Verfügung.

## 2.2 Bewertung der Produktqualität: Verkehrssicherheit

### 2.2.1 Unfallkenngrößen, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	alle	UD	1 / 5a	10
Unfalldichte mit Personenschaden	alle	UD (P)	1 / 5a	7
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	alle	UD (SP)	1 / 5a	0
Unfalldichte	ÖV	UD <sub>ÖPNV</sub>	1 / 5a	0
Unfalldichte	Rad	UD <sub>Rad</sub>	1 / 5a	2
Unfalldichte mit Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (P)	1 / 5a	2
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (SP)	1 / 5a	0
Unfalldichte UD <sub>Fg</sub>	Fg	UD <sub>Fg</sub>	1 / 5a	0
Unfalldichte mit Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (P)	1 / 5a	0
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (SP)	1 / 5a	0
Unfallrate	alle	UR	1 / (1000 Kfz*a)	0,094
Unfallrate mit Personenschaden	alle	UR(P)	1 / (1000 Kfz*a)	0,067
Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD	1.000 €	95
mittlere Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD/U	1.000 €/ U	9,5
Unfallkostenrate (pauschale Unfallkosten)	alle	UKR	€/ (1000 Kfz*a)	892,73

## 2.2.2 Klassifizierung als Unfallhäufungsstelle

Bewertung nach den Grenzwerten für Unfallhäufungsstellen (UHS), FGSV (1998):

Unfalltypen-Steckkarte	Betrachtungszeitraum	Einheit	Grenzwert Unfalldichte U	Unfalldichte U	Bewertung
Einjahreskarte	1999	1 / a	5 (gleichartige)	0	unauffällig
Einjahreskarte	2000	1 / a	5 (gleichartige)	2	unauffällig
Einjahreskarte	2001	1 / a	5 (gleichartige)	3	unauffällig
Einjahreskarte	2002	1 / a	5 (gleichartige)	3	unauffällig
<b>Einjahreskarte</b>	<b>2003</b>	<b>1 / a</b>	<b>5 (gleichartige)</b>	<b>2</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (P)	1999-2001	3 / a	5	3	unauffällig
Dreijahreskarte (P)	2000-2002	3 / a	5	5	auffällig
<b>Dreijahreskarte (P)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>auffällig</b>
Dreijahreskarte (SP)	1999-2001	3 / a	3	0	unauffällig
Dreijahreskarte (SP)	2000-2002	3 / a	3	0	unauffällig
<b>Dreijahreskarte (SP)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>unauffällig</b>

Über die in der Unfallstatistik erfassten Unfälle hinaus wurden im Untersuchungszeitraum 7 weitere Unfälle mit reduzierter Erfassung bearbeitet. Bei diesen Unfällen handelt es sich um Bagatellunfälle ohne oder mit leichtem Sachschaden. Nähere Informationen zu diesen Unfällen sind nicht verfügbar, sie werden bei der polizeilichen Unfallpunktbearbeitung nicht berücksichtigt.

Auffälligkeiten folgen aus den Dreijahreskarten der Unfälle mit Personenschaden der Bezugsjahre 2002 und 2003, allerdings wird der Grenzwert hier mit 5 Unfällen in drei Jahren jeweils nur knapp erreicht. Es handelt sich durchweg um Unfälle mit leichtem Personenschaden.

Nach FGSV (1998) handelt es sich noch um eine Unfallhäufungsstelle der Kategorie 2 – Schwer.

## 2.2.3 Zeitliche Entwicklung

In der zeitlichen Entwicklung des Unfallgeschehens sind keine auffälligen Tendenzen zu erkennen, hieraus ergibt sich kein dringender Handlungsbedarf.

## 2.2.4 Charakteristika des Unfallgeschehens

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil (%)	Unfallkostendichte UKD (€)	Unfallkostendichte Anteil (%)	Auffälligkeit
<b>Programmzeit</b>					
Morgenspitzenprogramm	2	20	17	18	
Tagesprogramm	4	40	44	46	
Nachmittagsspitzenprogramm	3	30	28	29	
Nachtabstaltung	1	10	6	8	
<b>Lichtverhältnisse</b>					
hell	8	80	78	82	
dämmrig	0	0	0	18	
dunkel	2	20	17	0	

Straßenverhältnisse					
trocken	7	70	72	76	
nass	3	30	23	24	
winterglatt	0	0	0	0	

Unfalltypen	Gesamt	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Typ 7
Unfälle U	10	1	1	4	0	0	4	0
Unfälle U(P)	7	1	0	2	0	0	4	0

### 2.2.5 Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens

Im Betrachtungszeitraum konnte keine Häufung gleichartigen Unfallgeschehens festgestellt werden.

### 2.2.6 Weitere Qualitätskenngrößen der Verkehrssicherheit

Kenngroße	Bezug	Bewertung
Befolgungsgrad Führung	Fg	Es finden Querungen in der Zufahrt Priebuser Straße – Ost statt, um die Fußwege im nordöstlichen Quadranten zu erreichen.
Befolgungsgrad Führung	MIV	Es wurde keine Auffälligkeit beobachtet.
Befolgungsgrad Führung	ÖV	Es wurde keine Auffälligkeit beobachtet.
Befolgungsgrad Führung	Rad	Es wurde keine Auffälligkeit beobachtet.

## 2.3 Bewertung der Produktqualität: Güte des Verkehrsablaufs

### 2.3.1 Beobachtung: Abfluss und Reststau

Zu keinem Zeitpunkt während der zwei Beobachtungen kam es in einem der Ströme zu Reststau. Sämtliche Fahrzeuge konnten binnen eines Umlaufs abfließen. Die Güte des Verkehrsablaufs entspricht damit der qualitativen Beschreibung zu QSV B (HBS, 2001).

### 2.3.2 Beobachtung: Koordinierte Abwicklung von Fahrzeugpulk

Strom	Morgenspitze		Nachmittagsspitze	
	Beschreibung	QSV	Beschreibung	QSV
A / 2	Planung: koordiniert. Die Ankunft der Fahrzeugpulk ist unregelmäßig. Die Koordinierung ist nicht wirksam.	F	Planung: koordiniert. Die Ankunft der ersten Fahrzeuge der Pulk erfolgt in der Regel bei ROT (9 von 10 Fälle)	F

### 2.3.3 Weitere Beobachtungen zur Güte des Verkehrsablaufs

Beobachtung	Gruppe	Strom
In der Hauptrichtung treten zu lang erscheinende Freigabezeiten auf, während Fahrzeuge feindlicher Ströme warten müssen.	allg.	Zufahrt C
Durch hohen Schwerverkehrsanteil treten große Zeitlücken im Zufluss zur Haltlinie auf.	MIV	Zufahrt A
Fahrzeuge werden durch Rückstau am Erreichen ihres Fahrstreifens gehindert.	MIV	Zufahrt A

Beobachtung	Gruppe	Strom
In einigen aufeinanderfolgenden Umläufen ist die Nebenrichtung nicht bedient worden und es sind lange Rückstaus aufgetreten. (→ Diese Beobachtung konnte in der Prozessdatenanalyse nicht bestätigt werden.)	allg.	Zufahrt B, D
Lange Wartezeiten nach Anforderung, verbunden mit einem nicht plausiblen Signalprogrammablauf: feindliche Signalgruppen wurden nach Sperrung wieder freigegeben, ohne dass der angeforderte Fußgänger bedient wurde; hierbei traten Wartezeiten > 120 s auf. (→ Diese Beobachtung konnte in der Prozessdatenanalyse nicht bestätigt werden.)	Fg	Furt über C

#### 2.3.4 Weitere Beobachtungen zum Steuerungsablauf

Gegenstand	Strom	Beobachtung
verkehrsabhängige Funktionen	Fußgänger Furt C / Sg 21	Die Fußgänger über die Hauptrichtung (Zufahrt C) erhalten in jedem Umlauf eine Freigabezeit, unabhängig von einer vorliegenden Anforderung. Es ist nicht erkennbar, dass die Anforderung eine frühere Freigabe hervorruft. (→ Die Beobachtung des Ausfalls von Freigabezeiten trotz Anforderung konnte in der Prozessdatenanalyse nicht bestätigt werden.)
Detektoren	A - 3	Es tritt eine Dauerbelegung im Detektor D2.1 (Anmeldung und Bemessung Linksabbieger Bürstadter Straße – Nord (A)) auf. Infolge dessen wird die Signalgruppe S2 in jedem Umlauf freigegeben.

#### 2.3.5 Zusammenstellung der Qualitätskenngrößen des Verkehrsablaufs

Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>1</sup>	Beschreibung und Bewertung	
mittlere Wartezeit Auftreten von Reststau Anzahl erforderlicher Halte	MIV	BAK PDA	Die mittlere Wartezeit ist in allen Knotenpunktzufahrten gering, die Wartezeiten der Qualitätsstufe QSV C werden auch in den Nebenrichtungen im Mittel nicht überschritten.  Es kommt nicht zu Reststau, so dass alle Fahrzeuge den Knotenpunkt ohne mehrfachen Halt passieren können.	+
mittlere / maximale Wartezeit Reaktionszeit der Steuerung nach Anforderung	Fg Rad	PDA	Furt Bürstadter Straße – Süd: Die mittlere rechnerische Wartezeit beträgt 33 s → QSV E. Die mittlere maximale Wartezeit nach Anforderung (maximale Wartezeit im Umlauf) beträgt nachmittags rund 43 s. Zu den Hauptverkehrszeiten werden bis zu 30 % der Anforderungen erst nach mehr als 60 s (RiLSA-Grenzwert) bedient.  Furt Spinnereistraße – West: Die mittlere rechnerische Wartezeit beträgt 11 s → QSV A.	-  +
Anteil Durchfahrten ohne Halt	MIV	BAK	Die Koordinierung ist nicht wirksam, die Ankunft von Fahrzeugpuls ist unregelmäßig. Erkennbare Fahrzeugpuls erreichen den Knotenpunkt häufig bei ROT.	-
Rückstaulänge	MIV	BAK	Gelegentlich wird eine Überstauung des Linksabbiegefahrstreifens der Zufahrt Bürstadter Straße-Nord beobachtet.	-
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	BAK	Es treten keine Behinderungen im Abfluss über den Knotenpunkt auf.	+

<sup>1</sup> BAK = Beobachtung am Knotenpunkt, PDA = Prozessdatenanalyse, GrInf = Analyse der Grundinformationen

## 2.4 Zusammenstellung der Mängelaussagen

Auf der Grundlage der in **Anlage 7** dokumentierten Liste der Mängelaussagen werden für die untersuchte Lichtsignalanlage die folgenden Mängelaussagen festgestellt:

Kenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	Bemerkung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Fg	<b>Es werden Missachtungen der vorgeschriebenen Verkehrsführung für den Fußgängerverkehr beobachtet.</b>	12	Querung der Zufahrt B (ohne Furt)
mittlere/maximale Wartezeit	Fg, Rad	<b>Fußgänger oder Radfahrer müssen nach Anforderung unverhältnismäßig lange auf die Freigabe warten (VAS).</b>	28	$w_{\max} > 60$ s (nach Anforderung) in der Hauptverkehrszeit in bis zu 30% der Fälle
Rückstaulänge	MIV	<b>Fahrzeuge werden durch Rückstau am Erreichen ihres Fahrstreifens gehindert.</b>	16	Zufahrt Bürstadter Straße – Nord (A)
Ausgewogenheit der Freigabezeituteilung	MIV	<b>Es treten ungenutzte Freigabezeiten auf, während Fahrzeuge anderer Ströme warten müssen.</b>	32	Zufahrt Bürstadter Straße – Süd (C) (auch nach Fußgänger-Anforderung)
Güte der Koordinierung zwischen Knotenpunkten	MIV	<b>Fahrzeugpulks fahren nicht auf GRÜN zu.</b>	24	Zufahrt Bürstadter Straße – Nord (A)

### 3 Qualitätsverbesserung

#### 3.1 Zusammenstellung eines Katalogs möglicher Verbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Qualitätsanalyse wurden unter Nutzung der Wissensbasis mögliche Verbesserungsstrategien und zugehörige Maßnahmen identifiziert und auf ihre grundsätzliche Eignung hin überprüft. Die in die nähere Betrachtung einbezogenen Maßnahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt und kommentiert.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>0. Verbessern der Rahmenbedingungen für die lokale Verkehrssteuerung</b>			
<b>Abhilfe 0.1: Verringern der Verkehrsnachfrage.</b>			
0.1.0.4	Verringern des Schwerverkehrsanteils.	28	nicht umsetzbar wegen Erschließung von Industriegebieten → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Abhilfe 2.9: Verbessern der Verkehrsführung und Vereinfachen der Verkehrssteuerung für Fußgänger.</b>			
1.5.2.4	Ergänzen einer Fußgängerfurt.	12	→ wird vorgeschlagen.
<b>Abhilfe 2.4: Vermeiden unplausibler Signalisierungszustände.</b>			
2.3.0.2	Erhöhen der Flexibilität des Steuerungsvorgangs.	32	Mangel wird zunächst durch Beseitigung der Dauerbelegung des Detektors adressiert. → wird nicht weiter verfolgt.
2.5.0.10	Anpassen der logischen Bedingungen und Parameter für den Abbruch von Freigabezeiten.	32	Mangel wird zunächst durch Beseitigung der Dauerbelegung des Detektors adressiert. → wird nicht weiter verfolgt.
2.7.7.1	Überprüfen, ob die Zwischenzeit zu lang bemessen ist (Räum- und Einfahrwege, fahrdynamische Annahmen).	32	Mangel wird zunächst durch Beseitigung der Dauerbelegung des Detektors adressiert. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>5. Erhöhen der Kapazität der Lichtsignalsteuerung.</b>			
<b>Abhilfe 5.1: Verringern von Verlustzeiten.</b>			
1.2.1.1	Ändern der Fahrstreifenaufteilung.	16, 28	Es ist keine günstigere Fahrstreifenaufteilung zu erreichen.
1.2.1.2	Einrichten zusätzlicher Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr im Knotenpunktbereich.	16, 28	Die Ergänzung eines Fahrstreifens in Nord-Süd-Richtung würde die Leistungsfähigkeit der Zulaufstrecke erheblich erhöhen und die Koordinierungsfunktion verbessern.
<b>Abhilfe 5.2: Anpassen der Umlaufzeit.</b>			
2.2.0.1	Anpassen der Umschaltzeitpunkte in der zeitplanabhängigen Programmaktivierung.	16	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
2.2.0.2	Einrichten einer verkehrsabhängigen Programmaktivierung.	16	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
2.7.2.1	Verändern der Umlaufzeit.	16	nicht zielführend → wird nicht verfolgt.
<b>6. Verbessern der Freigabezeitbemessung.</b>			
<b>Abhilfe 6.1: Verbessern der Anpassung der Freigabezeitbemessung an den Bedarf.</b>			
2.5.0.10	Anpassen der logischen Bedingungen und Parameter für den Abbruch von Freigabezeiten.	16, 28, 32	Mangel wird zunächst durch Beseitigung der Dauerbelegung des Detektors adressiert. → nicht weiter verfolgt.
2.5.0.12	Einrichten einer Stauraumüberwachung.	16	→ wird nicht verfolgt.
2.7.3.2	Verlängern der Kernbereiche / Erlaubnisbereiche der Freigabezeiten (bei verkehrsabhängiger Steuerung).	16, 32	→ wird vorgeschlagen (vgl. 2.7.3.2).
2.7.3.3	Verkürzen der Kernbereiche / Erlaubnisbereiche der Freigabezeiten (bei verkehrsabhängiger Steuerung).	16, 28, 32	→ wird vorgeschlagen (vgl. 2.7.3.3).

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
3.3.1.5	Verbessern der Erfassung von Zeitlücken im Kraftfahrzeugstrom (Anordnen zusätzlicher Detektoren/ Vergrößern des Haltlinienabstands der Detektoren).	16	Mangel wird zunächst durch Beseitigung der Dauerbelegung des Detektors adressiert. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Abhilfe 6.3: Verbessern einer bedarfsorientierten Berücksichtigung des Radverkehrs und Fußgängerverkehrs.</b>			
2.5.0.7	Erweitern der Eingriffsmöglichkeiten für den Fußgängerverkehr / Radverkehr.	28	→ wird vorgeschlagen.
2.5.0.8	Verringern der Reaktionsdauer auf eine Anforderung durch den Fußgängerverkehr / Radverkehr.	28	→ wird vorgeschlagen.
2.6.1.12	Ermöglichen von Mehrfachanwürfen innerhalb eines Umlaufs.	28	nicht umsetzbar → wird nicht verfolgt.
<b>Abhilfe 6.4: Verbessern der Erfassung von Verkehrsströmen.</b>			
3.3.1.2	Anordnen zusätzlicher Detektoren zur Absicherung der Informationserfassung.	16, 28	Mangel wird zunächst durch Beseitigung der Dauerbelegung des Detektors adressiert. → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.3	Überprüfen, ob eine andere Detektionstechnik zum Einsatz kommen sollte.	16, 32	Mangel wird zunächst durch Beseitigung der Dauerbelegung des Detektors adressiert. → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.6	Überprüfen der Plausibilitätsbedingungen bei der Fahrzeugerkennung (verlorene Anforderungen, Phantomanforderungen).	16	nachrangig → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.7	Vermeiden von Fehlerfassungen oder Nichterfassungen durch die Detektoren.	16, 28	→ Behebung der Detektorstörung wird vorgeschlagen.
<b>8. Verbessern der Koordinierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
<b>Abhilfe 8.1: Verbessernde Abstimmung der Signalisierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
2.4.0.7	Überprüfen der Koordinierungsfunktion am benachbarten Knotenpunkt.	24	Es sind keine Hinweise auf technische Mängel zu erkennen. → wird nicht weiter verfolgt.
3.4.0.1	Überprüfung der Datenübertragung vom/zum benachbarten Knotenpunkt / vom/zum Verkehrsrechner.	24	Es sind keine Hinweise auf technische Mängel zu erkennen. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Abhilfe 8.4: Verbessern der Abstimmung des Freigabezeitbeginns an die Fahrzeugankunft.</b>			
2.4.0.4	Überprüfen der Progressionsgeschwindigkeit und Anpassung der Versatzeiten innerhalb der Grünen Welle.	24	Bei der Überprüfung konnten keine Mängel festgestellt werden (erledigt).

Aus den verbliebenen Maßnahmen werden nach der Prüfung der ihrer Verträglichkeit Handlungsempfehlungen abgeleitet, die im Folgenden beschrieben, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Kosten bewertet und mit Hinweisen zur Umsetzung versehen sind.

### 3.2 Einzeldarstellung

#### Instandsetzungsmaßnahmen

Zur Wiederherstellung der vollen Funktionalität der Lichtsignalanlage wird die folgende Instandsetzungsmaßnahme empfohlen:

##### **I-1: Beseitigen der Dauerbelegung Detektor D 2.1**

**Darstellung**                      Überprüfen der Funktionsfähigkeit des auf Dauerbelegung laufenden Detektors D 2.1 (Anmeldung und Bemessung Linksabbieger aus der Bürstadter Straße – Nord (A)); Instandsetzung.

**Begründung**                      Die Dauerbelegung des Detektors führt zu einer Anforderung der Signalgruppe in jedem Umlauf und erlaubt keine vorzeitige Beendigung mit dem Zeitlückenkriterium. Insbesondere für wartende Fußgänger können in Schwachverkehrszeiten unplausible Signalisierungszustände entstehen.

## Verbesserungsmaßnahmen

### V-1: Überwachen der maximalen Wartezeit der Fußgänger nach Anforderung

Maßnahmentyp	Logikanpassung; Folgemaßnahme: Parameteranpassung																									
Darstellung	An der Fußgänger- und Radfahrerfurt in der Zufahrt Bürstadter Straße – Süd (C, Signalgruppe 21) wird die Dauer zwischen Anforderung und Freigabe (maximale Wartezeit nach Anforderung) überwacht. In der Programmlogik ist sie als Abbruchkriterium für den feindlichen Fahrverkehr einzuarbeiten, so dass eine maximale Verlängerung des Fahrverkehrs nicht möglich ist, wenn dadurch die Wartezeit des Fußgängerverkehrs den Schwellenwert überschreitet.																									
Begründung und Wirkungsabschätzung	<p>Vermeiden von langen Wartezeiten nach Anforderung im Zusammenhang mit unplausiblen Phasenfolgen (→ Beobachtung des Verkehrsablaufs).</p> <p>Einhalten des <i>RiLSA</i>-Schwellenwerts von 60 s (→ Prozessdatenanalyse).</p> <p>Verringern der tatsächlichen mittleren Wartezeiten des Fußgängerverkehrs und Radverkehrs und Verbesserung der Qualität des Verkehrsablaufs.</p> <p>Erhöhen der Akzeptanz und Prävention von Rotlichtmissachtungen durch den Fußgängerverkehr und Radverkehr.</p>																									
Nutzen-Kosten-Analyse	<p>Der Nutzen der Maßnahme ergibt sich aus der Verbesserung der Verkehrssicherheit durch Erhöhung der Akzeptanz der Steuerung.</p> <p>Im Zeitraum von 1999-2003 sind an dieser Furt zwei Unfälle mit Personenschaden (Radfahrerbeteiligung) registriert worden. Hieraus lässt sich ein Wirkungszusammenhang mit der Lichtsignalsteuerung nicht mit ausreichender Sicherheit herleiten, so dass auch ein volkswirtschaftlicher Nutzen nicht hierauf begründet quantifiziert werden kann. Bereits die Vermeidung eines Unfalls würde die Gesamtkosten der Maßnahme volkswirtschaftlich kompensieren.</p> <p>Die Kosten der Maßnahme werden wie folgt abgeschätzt:</p> <table border="1" data-bbox="475 1294 1407 1680"> <thead> <tr> <th colspan="3">Kostenabschätzung</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Investitionskosten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung</td> <td>pauschal</td> <td>3.000 €</td> </tr> <tr> <td>Abschreibungszeitraum</td> <td>10 Jahre</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Annuitätenfaktor</td> <td>0,11723</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b></td> <td></td> <td><b>352 €</b></td> </tr> <tr> <td><b>Laufende Kosten</b></td> <td></td> <td><b>--</b></td> </tr> <tr> <td><b>Jährliche Kosten</b></td> <td></td> <td><b>352 €</b></td> </tr> </tbody> </table>		Kostenabschätzung			Investitionskosten			Verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung	pauschal	3.000 €	Abschreibungszeitraum	10 Jahre		Annuitätenfaktor	0,11723		<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>352 €</b>	<b>Laufende Kosten</b>		<b>--</b>	<b>Jährliche Kosten</b>		<b>352 €</b>
Kostenabschätzung																										
Investitionskosten																										
Verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung	pauschal	3.000 €																								
Abschreibungszeitraum	10 Jahre																									
Annuitätenfaktor	0,11723																									
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>352 €</b>																								
<b>Laufende Kosten</b>		<b>--</b>																								
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>352 €</b>																								
Hinweis zur Umsetzung	Die Maßnahme ist auf Grund der Sicherheitsrelevanz von höherer Priorität. Sie kann mittelfristig umgesetzt werden. Sie eignet sich zur Bündelung mit dem Verbesserungsvorschlag 2, sofern dessen Vorprüfung ergibt, dass er mittelfristig realisiert werden soll.																									

### V-2: Einrichten einer signalisierten Furt über die Zufahrt B mit Sicherung des Aufstellbereichs

Maßnahmentyp	bauliche Maßnahme; Folgemaßnahmen: Hardwareanpassung, Logikanpassung.
--------------	---

Darstellung

Über die Zufahrt Priebuser Straße – Ost (B) wird eine signalisierte Fußgängerfurt angelegt. In diesem Zusammenhang ist auch die Verkehrsfläche für Fußgänger im Aufstellbereich der Furt auf der nördlichen Seite der Priebuser Straße geeignet zu sichern.

Begründung und Wirkungsabschätzung



**Bild 5:** Zufahrt Priebuser Straße ohne Furt mit anschließender inoffizieller Wegeverbindung

Über die an den Knotenpunkt anschließende Freifläche im nordöstlichen Quadranten führen mehrere nicht befestigte Fußwege, die augenscheinlich häufig benutzt werden. Fußgänger überqueren häufig den Bereich der Lichtsignalanlage an der Stelle, an der sich üblicherweise die Fußgängerfurt befindet, um den Fußweg zu erreichen.

Eine Sicherung durch Markierung und Signalisierung dient der Prävention von Unfällen, da das jetzt ungesicherte Überqueren der Fahrbahn durch Lichtsignale abgesichert wird. Die Maßnahme dient damit dem besonderen Schutz von Fußgängern und Radfahrern.

Nutzen-Kosten-Analyse

Der Nutzen der Maßnahme ergibt sich aus der Verbesserung der Verkehrssicherheit. Da es bislang zu keiner Unfallhäufung an dieser Stelle gekommen ist, kann der volkswirtschaftliche Nutzen nicht quantifiziert werden.

Die Kosten der Maßnahme werden wie folgt abgeschätzt:

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Baustellensicherung, Tiefbauarbeiten (Aufstellfläche Nord), Signalgeber, Markierungen, verkehrstechnische Planung, Softwareanpassung		8.500 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>996 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		
Zusätzliche Wartung Signalgeber		200 €
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>1.196 €</b>

Hinweis zur Umsetzung  
 Es besteht kein akuter Handlungsbedarf auf Grund einer Unfallhäufung; die Maßnahme hat jedoch eine grundlegende Bedeutung für die Sicherung des Fußgängerverkehrs (→ Richtlinienrelevanz). Vor der Durchführung der Maßnahme ist eine Beurteilung erforderlich, inwieweit es sich bei den angrenzenden Wegeverbindungen um offizielle Verkehrswege handelt bzw. künftig handeln soll; dabei ist die derzeitige tatsächliche Nutzung zu bewerten.

**V-3: Abstimmung der Furtmarkierung mit der Radverkehrsführung**

Maßnahmentyp            bauliche Maßnahme

Darstellung             Die Trennung der Furt über die Zufahrt Bürstadter Straße – Süd (C) in einen Bereich für den Radverkehr und für den Fußgängerverkehr wird aufgehoben.

Begründung und Wirkungsabschätzung  
 Wegen des anschließenden gemeinsamen Geh- und Radwegs entlang der Priebuser Straße ist die Trennung nicht erforderlich.  
 Bei der vorhandenen Gestaltung ist zudem unklar, welche Hälfte der Furt die Radfahrer benutzen müssen, da weder die Beschilderung (Gemeinsamer Geh- und Radweg, Zeichen 240 StVO noch die anschließende Markierung im Bereich der westlichen Aufstellfläche einen Hinweis hierauf geben.  
 Die Maßnahme dient der Vereinheitlichung des Erscheinungsbilds von Verkehrsanlagen für den Radverkehr (Erkennbarkeit und Begreifbarkeit durch einheitliche Gestaltung).

Nutzen-Kosten-Analyse  
 Da es zu keiner Unfallhäufung in Zusammenhang mit der vorhandenen Gestaltung gekommen ist, kann kein volkswirtschaftlicher Nutzen auf eine Vermeidung von Unfallkosten zurückgeführt werden. Der Nutzen kann daher nicht quantifiziert werden.

Die Kosten der Maßnahme werden wie folgt abgeschätzt:

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		<b>Kosten</b>
Baustellensicherung, Markierung entfernen		1000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>117 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		<b>keine</b>
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>117 €</b>

Hinweis zur Umsetzung  
 Die Maßnahme ist technisch kurzfristig umsetzbar, es besteht jedoch kein akuter Handlungsbedarf. Die Maßnahme sollte gebündelt mit anderen Maßnahmen durchgeführt werden (z.B. Erneuerung der Markierungen nach Verschleiß), um die Kosten der Baustellensicherung einzusparen.

## Anlage 18

### Beispielanwendung 8

#### Stuttgart (1.170): Immenhofer Straße – Filderstraße - Olgastraße

#### 1 Datenquellen und Durchführung

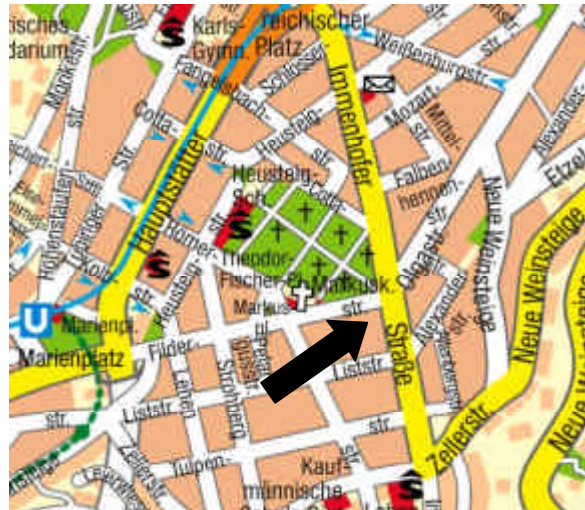
<b>Grundinformationen</b>	Grundlage:
Schritte 2.1, 2.2 und 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ signaltechnische Unterlagen</li> <li>➤ Unterlagen zur Koordinierungsplanung sowie signaltechnische Unterlagen der Nachbarknotenpunkte</li> <li>➤ Unterlagen zur makroskopischen Steuerung (Programmschaltzeiten)</li> <li>➤ mündliche Auskünfte von Mitarbeitern des Tiefbauamts.</li> <li>➤ Ergebnisse einer Ganztags-Verkehrszählung vom 14.10.2003.</li> </ul>
<b>Unfalldaten</b>	Grundlage:
Schritt 2.4 und 2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Unfalltypen-Steckkarten (einjährig)</li> <li>➤ Unfalldiagramme der polizeilichen Unfallpunktbearbeitung</li> <li>➤ Protokolle der polizeilichen Unfallfassung.</li> </ul> <p>Die Unterlagen umfassen den Betrachtungszeitraum 1998 bis 2002 (5 Jahre). Aus den Informationen der Unfallfassungprotokolle wurden standardisierte Unfalldatensätze (gemäß <b>Abschnitt 3.4.1.3</b>) erzeugt und für die Weiterbearbeitung in der örtlichen Unfallanalyse in einer EDV-Datenbank abgelegt.</p>
<b>Prozessdaten</b>	Es handelt sich um eine Lichtsignalanlage mit Festzeitsteuerung ohne Erfassungseinrichtungen. Prozessdaten wurden daher nicht ausgewertet.
Schritt 2.6	
<b>Betriebsdaten</b>	Automatische Betriebsstörungsmeldungen der Lichtsignalanlage werden gespeichert. Die Daten wurden für den Zeitraum vom 01.01.2003 bis 31.05.2004 ausgewertet.
Schritt 2.7	Die Daten geben vom Normalzustand abweichende Betriebszustände und Eingriffe mit der Angabe des Datums und des Eingriffszeitpunkts wieder. Eine Eingriffsdauer wird nicht abgelegt, ebenso wird nicht ausdrücklich erfasst, ob es zur Abschaltung der Anlage gekommen ist.
	Regelmäßige Betriebsmeldungen (Programmumschaltzeiten etc.) werden nicht dauerhaft gespeichert.
<b>Informationen aus örtlichen Beobachtungen</b>	Die Inspektion der Gestaltung des Knotenpunkts sowie die Beobachtungen des Verkehrsablaufs wurden an drei Terminen vorgenommen. Der Verkehrsablauf wurde an einem Werktag (Dienstag, 26.05.2004) zu den Hauptverkehrszeiten (7:15 bis 9:00 Uhr; 16:00 bis 17:30 Uhr) beobachtet.
Schritte 2.8, 2.9 und 2.10	Bei den Beobachtungen wurde das Inspektions- und Beobachtungsprotokoll gemäß der <b>Anlage 6</b> eingesetzt.

## 2 Darstellung und Qualitätsanalyse

### 2.1 Systemdarstellung und Bewertung der Prozessqualität<sup>1</sup>

#### 2.1.1 Städtebauliche und planerische Randbedingungen

##### Ortslage und Umfeld



Der Knotenpunkt liegt innerorts im verdichteten städtischen Kernbereich. Im Umfeld befindet sich geschlossene Blockrandbebauung mit überwiegender Wohnraumnutzung und kleineren Ladengeschäften. Im nordwestlichen Quadranten schließt ein Friedhof an.

**Bild 1:** Lage im Netz;  
Quelle: Stadt  
Stuttgart, 2004

##### Netzfunktion

Bei der Immenhofer Straße sowie der Filderstraße handelt es sich um Haupt-sammelstraßen, die der Anbindung des Stadtquartiers an die Stadtmitte sowie die regionalen Straßenverbindungen dienen. Die Olgastraße ist eine Sammelstraße und dient der Flächenerschließung (Straßenkategorien nach RAS-N, FGSV 1988).

##### Verkehrsaufkommen

Das Verkehrsaufkommen am Knotenpunkt beträgt 20.292 Kfz/d. Die Hauptbelastungsrichtung ist die Immenhofer Straße. In allen Zufahrten dominieren die geradeaus fahrenden Ströme.

Im ÖV verkehren Busse der SSB, Linie 41, über den Knotenpunkt. Während der Hauptverkehrszeiten besteht ein 10-Minuten-Takt.

Bezogen auf die einzelnen Ströme ergeben sich die folgenden Verkehrsstärken:

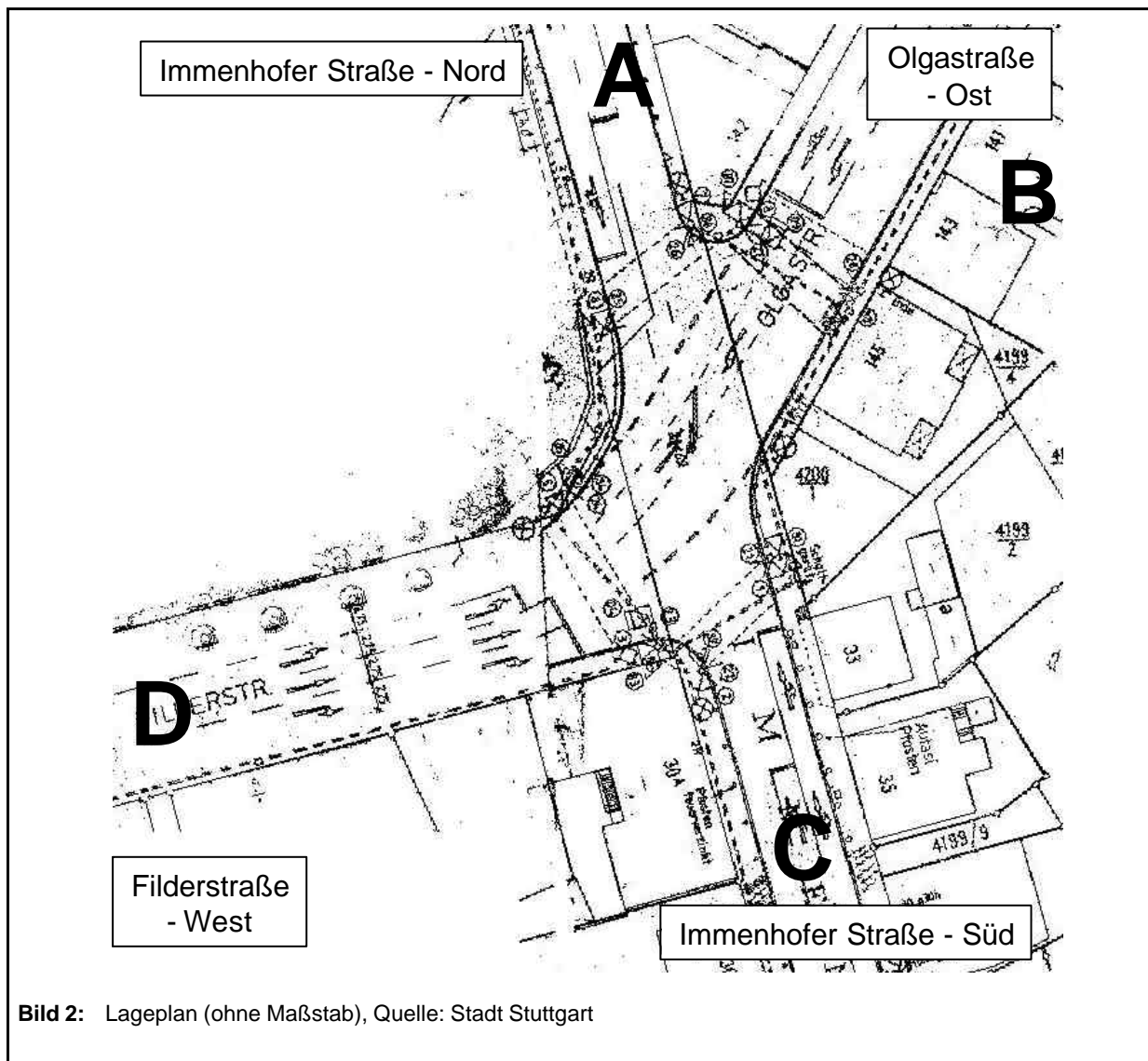
Zufahrt / Strom	HVZ vormittags MIV [Fz/h]	HVZ nachmittags MIV [Fz/h]	HVZ vormittags ÖV [Fz/h]	HVZ nachmittags ÖV [Fz/h]
A (Nord) 1 RA	83	118	---	---
A (Nord) 2 G	295	513	---	---
A (Nord) 3 LA	57	104	---	---
B (Ost) 4 RA	39	48	---	---
B (Ost) 5 G	204	898	---	---
B (Ost) 6 LA	32	44	---	---
C (Süd) 7 RA	26	33	---	---
C (Süd) 8 G	524	261	---	---
C (Süd) 9 LA	87	66	6	6

<sup>1</sup> Aussagen der Qualitätsbewertung sind *kursiv* gedruckt.

Zufahrt / Strom	HVZ vormittags MIV [Fz/h]	HVZ nachmittags MIV [Fz/h]	HVZ vormittags ÖV [Fz/h]	HVZ nachmittags ÖV [Fz/h]
D (West) 10 RA	36	77	6	6
D (West) 11 G	177	226	---	---
D (West) 12 LA	123	73	---	---

Zählwerte für den Fußgängerverkehr und den Radverkehr liegen nicht vor. Für beide Gruppen wurde ein geringes Aufkommen beobachtet.

### 2.1.2 Knotenpunktentwurf



**Bild 2:** Lageplan (ohne Maßstab), Quelle: Stadt Stuttgart

### Fahrraumgestaltung

#### Linienführung

Die Zulaufstrecken sind geradlinig, der Verlauf Filderstraße – Olgastraße knickt am Knotenpunkt jedoch um 45° ab. Die Haltesicht ist in allen Zulaufstrecken gewährleistet. Die Sicht auf die Zufahrten ist durch die bis an den Straßenraum heranreichende Bebauung eingeschränkt.

**Bild 3:** Zufahrt  
Immenhofer  
Straße-Süd



Fahrbahnoberfläche *Keine auffälligen Schäden.*

### **Allgemeine Verkehrsführung**

Geradeaus fahrender Verkehr Sämtliche Zulaufstrecken sind einstreifig; im Knotenpunktbereich werden zusätzliche Abbiegefahstreifen bereitgestellt.

Linksabbieger Es sind alle Fahrbeziehungen zulässig. Sämtliche Linksabbiegeströme erhalten eigene Fahrstreifen.

Rechtsabbieger Die Rechtsabbieger in der Zufahrt Filderstraße werden auf eigenem Fahrstreifen geführt. Alle weiteren Rechtsabbieger werden auf einem Mischfahrstreifen mit dem geradeaus fahrenden Verkehr geführt.

**Besondere Verkehrsführung des ÖV** Der Bus biegt am Knotenpunkt aus der Filderstraße in die Immenhofer Straße-Süd ab. Er fährt im Mischverkehr mit dem MIV.

**Besondere Verkehrsführung des Radverkehrs** Es gibt keine besonderen Radverkehrsanlagen, der Radverkehr wird auf der Fahrbahn im Mischverkehr geführt.

### **Verkehrsführung des Fußgängerverkehrs**

Gehwege Dem Fußgängerverkehr stehen in allen Knotenpunktarmen beidseitig der Fahrbahn Gehwege zur Verfügung.

Fußgängerfurten Sämtliche Zufahrten des Knotenpunkts können über signalisierte Fußgängerfurten gequert werden.

*Auf Grund der geometrischen Verhältnisse sind die Furten teilweise aus der direkten Verbindung der Gehwege abgerückt. Bei Über-Eck-Verbindungen sind – gemessen an der Gesamtgröße des Knotenpunkts - zum Teil lange Wege zurückzulegen.*

### **Bauliche und sonstige Ausstattung des Knotenpunkts**

Leit- und Absperrereinrichtungen Die Zulaufstrecken sind in großem Umfang durch Poller gegen unerlaubtes Abstellen von Fahrzeugen auf dem Gehweg gesichert.

Zum Schutz der Fußgänger und zur Vermeidung des Betretens der Fahrbahn außerhalb der Furten sind in zwei Quadranten Absperrereinrichtungen vorhanden, die den Gehweg vom Straßenraum trennen.

*Die Absperreichrichtung im Eckbereich der Zufahrten Immenhofer Straße – Süd und Olgastraße reicht nicht bis zur Fußgängerfurt, so dass ein Queren von Fußgängern abseits der Furt nicht wirkungsvoll unterbunden ist.*

Markierung	Für links abbiegende Fahrzeuge sind Hilfsmarkierungen vorhanden (Pfeilmarkierung, Fahrstreifenverlängerung). <i>Die Markierung ist vollständig, eindeutig und gut erkennbar.</i>
Beschilderung	Wegweisende Beschilderung ist nicht vorhanden.
Zusätzliche Verkehrseinrichtungen im Knotenpunktumfeld	Eine Haltestelle befindet sich in der Zulaufstrecke der Filderstraße. Ihre Aufstellfläche geht in den Rechtsabbiegefahrstreifen über. Die Haltestelle in Gegenrichtung liegt in einigem Abstand zum Knotenpunkt ebenfalls in der Filderstraße.  Parkflächen in Knotenpunktnähe befinden sich in der Zu- und Ausfahrt der Immenhofer Straße-Süd sowie der Olgastraße.

### 2.1.3 Verkehrssteuerung

<b>Betriebszeit</b>	24 Stunden
<b>Signalprogrammaktivierung</b>	Es existieren fünf zeitplanabhängig geschaltete Signalprogramme, darunter vier Tagesprogramme mit einer Umlaufzeit von 90s und ein Schwachlastprogramm (nachts) mit der Umlaufzeit von 70s.
<b>Steuerungsverfahren</b>	Der Knotenpunkt ist festzeitgesteuert.
<b>Koordinierung</b>	Der Streckenzug der Immenhofer Straße ist zwischen dem Österreichischen Platz und der Zellerstraße über sieben Lichtsignalanlagen koordiniert gesteuert, darunter auch drei in die Koordinierung eingebundene Fußgängerschutzanlagen. Die Hauptkoordinierungsrichtung ist morgens stadteinwärts (von Süden nach Norden) und nachmittags in Gegenrichtung. Die Nebenrichtung wird nicht koordiniert.



**Bild 4:** Pulkabfluss in der Immenhofer Straße

### Steuerungslogik, Programmstruktur und Programmelemente

Allgemein / Kraftfahrzeugverkehr	Es sind zwei Phasen geschaltet, so dass die gegenüberliegenden Zufahrten jeweils gleichzeitig freigegeben sind und alle Linksabbiegerströme bedingt verträglich geführt werden.
ÖV	Der ÖV wird gemeinsam mit dem MIV gesteuert.
Fußgängerverkehr	Die Freigabe des Fußgängerverkehrs erfolgt fest in jedem Umlauf parallel zu den Fahrverkehren.

### 2.1.4 Infrastruktur

<b>Steuergerät</b>	Siemens M32, Baujahr 1984
<b>Signalgeber</b>	In den Zufahrten der Immenhofer Straße befindet sich jeweils ein Signalgeber an beiden Fahrbahnrandern; in der Filderstraße und der Olgastraße sind jeweils noch ein Signalgeber am Auslegermast installiert. Der Signalfelddurchmesser beträgt in allen Fällen 200 mm.
<b>Fußgängerverkehr</b>	An allen Furten sind zweifeldige Signalgeber mit 200 mm Signalfelddurchmesser angebracht.
<b>Hilfssignalgeber</b>	Zum Schutz bevorrechtigter Fußgänger sind an allen Furten Hilfssignalgeber (Gelbblinker) vorhanden.  Signalgeber für den ÖV und den Radverkehr sowie taktile und akustische Signale sind nicht vorhanden.
<b>Detektoren</b>	Es sind keine Erfassungseinrichtungen vorhanden.

### 2.1.5 Betriebssicherheit

#### Zusammenstellung der Qualitätskenngößen

Kenngröße	Beschreibung und Bewertung
Vorhandensein von Rückfallebenen	Es ist keine Vorsorge für Detektorenstörung notwendig (Festzeitsteuerung) Bei Ausfall des Koordinierungsimpulses läuft die Anlage autonom.
Vorhandensein von Betriebsüberwachungsfunktionen	Störungsüberwachung und Protokollierung.
Relative Ausfallhäufigkeit	Im Jahr 2003 sind 8 Störungen aufgetreten: 2 Rotlampenstörung 2 Störungen anderer Lampen 2 Beschädigungen Signalgeber/Außenaufbau 1 Netzstörung 1 Abschaltung Steuergerät
Gesamtausfall LSA je Ereignis	Ausfallzustand und Ausfalldauer werden nicht verzeichnet. Auf Grund der Störungsarten ist in drei der protokollierten Fällen von einem Ausfall der Anlage auszugehen (Rotlampenstörung, Abschaltung Steuergerät).

## 2.2 Bewertung der Produktqualität: Verkehrssicherheit

### 2.2.1 Unfallkenngößen, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	alle	UD	1 / 5a	<b>37</b>
Unfalldichte mit Personenschaden	alle	UD (P)	1 / 5a	<b>11</b>
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	alle	UD (SP)	1 / 5a	<b>2</b>
Unfalldichte	ÖV	UD <sub>ÖPNV</sub>	1 / 5a	<b>0</b>
Unfalldichte	Rad	UD <sub>Rad</sub>	1 / 5a	<b>1</b>
Unfalldichte mit Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (P)	1 / 5a	<b>1</b>
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (SP)	1 / 5a	<b>1</b>

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte $UD_{Fg}$	Fg	$UD_{Fg}$	1 / 5a	<b>2</b>
Unfalldichte mit Personenschaden	Fg	$UD_{Fg}(P)$	1 / 5a	<b>2</b>
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Fg	$UD_{Fg}(SP)$	1 / 5a	<b>1</b>
Unfallrate	alle	UR	1 / (1000 Kfz*a)	<b>0,36</b>
Unfallrate mit Personenschaden	alle	UR(P)	1 / (1000 Kfz*a)	<b>0,11</b>
Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD	1.000 €	<b>545</b>
mittlere Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD/U	1.000 €/ U	<b>14,2</b>
Unfallkostenrate (pauschale Unfallkosten)	alle	UKR	€/ (1000 Kfz*a)	<b>5.372</b>

### 2.2.2 Klassifizierung als Unfallhäufungsstelle

Bewertung nach den Grenzwerten für Unfallhäufungsstellen (UHS), FGSV (1998):

Unfalltypen-Steckkarte	Betrachtungszeitraum	Einheit	Grenzwert Unfalldichte U	Unfalldichte U	Bewertung
Einjahreskarte	1998	1 / a	5 (gleichartige)	6 (Typ 2)	auffällig
Einjahreskarte	1999	1 / a	5 (gleichartige)	8 (Typ 2)	auffällig
Einjahreskarte	2000	1 / a	5 (gleichartige)	5 (Typ 2)	auffällig
Einjahreskarte	2001	1 / a	5 (gleichartige)	5 (Typ 2)	auffällig
<b>Einjahreskarte</b>	<b>2002</b>	<b>1 / a</b>	<b>5 (gleichartige)</b>	<b>7, verteilt auf 2 Unfalltypen</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (P)	1998-2000	3 / a	5	8	auffällig
Dreijahreskarte (P)	1999-2001	3 / a	5	6	auffällig
<b>Dreijahreskarte (P)</b>	<b>2000-2002</b>	<b>3 / a</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>auffällig</b>
Dreijahreskarte (SP)	1998-2000	3 / a	3	2	unauffällig
Dreijahreskarte (SP)	1999-2001	3 / a	3	1	unauffällig
<b>Dreijahreskarte (SP)</b>	<b>2000-2002</b>	<b>3 / a</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>unauffällig</b>

Auffälligkeiten folgen aus den Einjahreskarten der Jahre 1998 bis 2001 und aus den Dreijahreskarten der Unfälle mit Personenschaden der Jahre 1998 bis 2002. Nach FGSV (1998) handelt es sich zum Bezugsjahr 2002 um eine Unfallhäufungsstelle der Kategorie 2 – Schwer.

### 2.2.3 Zeitliche Entwicklung

Die Entwicklung des Unfallgeschehens im zeitlichen Verlauf zeigt keine großen Veränderungen in der Unfalldichte. Die jährliche Summe der Unfallkosten schwankt hingegen stark.

### 2.2.4 Charakteristika des Unfallgeschehens

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil (%)	Unfallkosten dichte UKD (€)	Unfallkosten dichte Anteil (%)	Auffälligkeit
<b>Programmzeit</b>					
HVZ morgens	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	
NVZ vormittags	<b>12</b>	<b>32</b>	<b>226</b>	<b>41</b>	
NVZ nachmittags, abends	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>180</b>	<b>33</b>	
HVZ nachmittags	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>29</b>	<b>5</b>	

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil (%)	Unfallkosten dichte UKD (€)	Unfallkosten dichte Anteil (%)	Auffälligkeit
SVZ	13	35	93	17	
<b>Lichtverhältnisse</b>					
hell	19	51	278	51	Hoher Anteil der Unfälle bei Dunkelheit / Dämmerung
dämmrig	5	14	40	7	
dunkel	13	35	227	42	
<b>Straßenverhältnisse</b>					
trocken	36	97	534	98	
nass	1	3	11	2	
winterglatt	0	0	0	0	

Unfalltypen	Gesamt	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Typ 7
Unfälle U	37	1	28	7	0	0	1	0
Unfälle U(P)	11	0	10	1	0	0	0	0

### 2.2.5 Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens, Untersuchungszeitraum 1999-2003

Unfall-kollektiv	Zufahrt	U[1/5a]	U(P)	U(SP)	UKD [1000 €]	U bei Nacht	U bei Nässe / Winterglätte	U zur Schwachverkehrszeit
211+	Süden	16	5	0	121	8	1	6
211+	Norden	8	3	1	197	2	0	2

### 2.2.6 Weitere Qualitätskenngrößen der Verkehrssicherheit

Kenngröße	Bezug	Beschreibung und Bewertung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	MIV, ÖV, Fg, Rad	Es wurde keine Auffälligkeit beobachtet.

## 2.3 Bewertung der Produktqualität: Güte des Verkehrsablaufs

### 2.3.1 Voruntersuchung

Bei der rechnerischen Ermittlung der Güte des Verkehrsablaufs mit dem Verfahren nach HBS (FGSV, 2001) ergaben sich für die Hauptverkehrszeiten die folgenden Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs:

Gruppe	Ergebnis der Voruntersuchung
MIV, Rad	QSV A in der Immenhofer Straße (alle Richtungen). QSV B in der Olgastraße und der Filderstraße.
ÖV	QSV B in der Immenhofer Straße. QSV D in der Olgastraße und der Filderstraße.
Fg	QSV B an Furten über die Olgastraße und die Filderstraße. QSV D an Furten über die Immenhofer Straße.

### 2.3.2 Beobachtung: Abfluss und Reststau

Zufahrt / Strom	Morgenspitze			Nachmittagsspitze		
	Erg. <sup>2</sup>	Beschreibung	QSV	Erg.	Beschreibung	QSV
A (Nord) 1+2	1		<b>B</b>	0		<b>B</b>
A (Nord) 3	0		<b>B</b>	0		<b>B</b>
B (Ost) 4+5	2		<b>B</b>	3		<b>B</b>
B (Ost) 6	0		<b>B</b>	2		<b>B</b>
C (Süd) 7+8	9	Der Verkehrsablauf ist stabil, die Freigabezeit ist ausgelastet.	<b>C</b>	3		<b>B</b>
C (Süd) 9	1		<b>B</b>	3		<b>B</b>
D (West) 10	1		<b>B</b>	3		<b>B</b>
D (West) 11	1		<b>B</b>	8	Der Verkehrsablauf ist stabil, die Freigabezeit ist ausgelastet.	<b>C</b>
D (West) 12	0		<b>B</b>	4		<b>B</b>

### 2.3.3 Beobachtung: Koordinierte Abwicklung von Fahrzeugpulks

Zufahrt / Strom	Morgenspitze		Nachmittagsspitze	
	Beschreibung	QSV	Beschreibung	QSV
A (Nord) 2	Planung: Gegenrichtung, nachgeordnet koordiniert.  Es treten nur unregelmäßig Fahrzeugpulks auf.	---	Planung: Hauptkoordinierungsrichtung.  Die Ankunft der ersten Fahrzeuge der Pulks erfolgt immer bei GRÜN. In den meisten Fällen kann ohne Behinderung durchgefahren werden. Sämtliche Fahrzeugpulks können vollständig abfließen.	<b>A / B</b>
C (Süd) 8	Planung: Hauptkoordinierungsrichtung.  Die Ankunft der ersten Fahrzeuge der Pulks erfolgt überwiegend bei GRÜN, wobei sie in den meisten Fällen noch auf eine Warteschlange auffahren. Die Fahrzeugpulks können zum Teil vollständig abfließen, zum Teil verbleiben wenige Fahrzeuge zurück. Der Zufluss wird in einigen Fällen durch eine nicht koordinierte Fußgängerschutzanlage gestört; der Pulk kommt dann zu spät an.	<b>B / C</b>	Planung: Gegenrichtung, nachgeordnet koordiniert.  Pulkankunft regelmäßig bei ROT; in einigen Umläufen ist kein Pulk zu erkennen.	<b>(F)</b>

### 2.3.4 Weitere Beobachtungen zur Güte des Verkehrsablaufs

Beobachtung	Gruppe	Strom
Neigung zu hohen Geschwindigkeiten beim Fahren bergab im Pulk auf GRÜN.	MIV	C
Die Sicht beim Linksabbiegen von der Olgastraße auf den entgegenkommenden Verkehr ist eingeschränkt, wenn auch in Gegenrichtung Fahrzeuge warten.	MIV	B
Die Fahrzeuge des ÖV müssen an der Lichtsignalanlage anhalten und ebenfalls dem Gegenverkehr Vorrang gewähren.	ÖV	C, D

<sup>2</sup> Summe der Kennziffern gemäß Beobachtungsprotokoll, vgl. Anlage 6

### 2.3.5 Zusammenstellung der Qualitätskenngrößen

Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>3</sup>	Beschreibung und Bewertung
mittlere Wartezeit	MIV	GrInf BAK	Immenhofer Straße: QSV A. Filderstraße und Olgastraße: QSV B. +
mittlere Wartezeit	ÖV	GrInf BAK	Immenhofer Straße: QSV B. Filderstraße: QSV D. + o
mittlere / maximale Wartezeit	Fg	GrInf BAK	Furten über Immenhofer Straße: QSV D. Furten über Olgastraße und Filderstraße: QSV A. o +
mittlere / maximale Wartezeit	Rad	GrInf BAK	Immenhofer Straße: QSV A. Olgastraße und Filderstraße: QSV B bis C. +
Anzahl erforderlicher Halte Auftreten von Reststau	MIV	GrInf BAK	Es tritt kein Reststau auf (<1 Halt pro Fz.). +
Anteil Durchfahrten ohne Halt Güte der Koordinierung zwischen Knotenpunkten	MIV	BAK	In den koordinierten Richtungen wird der QSV C erreicht. Es kommt gelegentlich zu Störungen des Pulkzuflusses durch eine nicht koordinierte Fußgängerschutzanlage. + o
Anzahl erforderlicher Halte	ÖV	BAK	Es treten Halte auf, da der ÖV nicht bevorrechtigt ist. -
Rückstaulänge	MIV	BAK	Der vorhandene Stauraum reicht aus. Gelegentliches Nicht-erreichen des Linksabbiegefahrstreifens ist wegen gemeinsamen Freigabe unproblematisch. o
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV ÖV	GrInf BAK	Die Linksabbieger werden im Abfluss gehindert, da sie nicht gesichert freigegeben sind und in der Regel Gegenverkehr vorhanden ist. o
Fahrgeschwindigkeiten	MIV	BAK	In der Immenhofer Straße - Süd können relativ hohe Geschwindigkeiten beobachtet werden (Gefälle, Pulkzufahrt auf GRÜN). A

### 2.4 Zusammenstellung der Mängelaussagen

Auf der Grundlage der in **Anlage 7** dokumentierten Liste der Mängelaussagen werden für die untersuchten Lichtsignalanlage die folgenden Mängelaussagen festgestellt:

Kenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	Bemerkung
Unfalldichte, geschichtet nach Typ (einstellige Schlüsselnummer)	alle	<b>Es tritt eine Häufung von Abbiege unfällen auf (Unfalltyp 2).</b>	2	Zufahrt A und C
mittlere Wartezeit	ÖV	<b>Auf den Knotenpunkt zufahrende ÖV-Fahrzeuge erhalten nicht regelmäßig GRÜN.</b>	21	alle

<sup>3</sup> BAK = Beobachtung am Knotenpunkt, PDA = Prozessdatenanalyse, GrInf = Analyse der Grundinformationen

### 3 Qualitätsverbesserung

#### 3.1 Zusammenstellung eines Katalogs möglicher Verbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Qualitätsanalyse wurden unter Nutzung der Wissensbasis mögliche Verbesserungsstrategien und zugehörige Maßnahmen identifiziert und auf ihre grundsätzliche Eignung hin überprüft. Die in die nähere Betrachtung einbezogenen Maßnahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt und kommentiert.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>1. Verbessern der Erkennbarkeit und Übersichtlichkeit des Knotenpunkts</b>			
<b>Abhilfe 1.9: Verdeutlichen der Lage von Konfliktflächen.</b>			
1.6.3.4	Aufbringen / Erneuern einer Hilfsmarkierung zur Verdeutlichung der Aufstellfläche für wartende Linksabbieger.	2	wurde nach dem Auswertungszeitraum der Unfallanalyse bereits zum Teil umgesetzt (Hilfsmarkierung, aber ohne Wartelinie) → wird weiter verfolgt
<b>2. Verbessern der Begreifbarkeit der Verkehrssteuerung</b>			
<b>Abhilfe 2.2: Sichern links abbiegender Verkehrsströme.</b>			
1.2.2.1	Untersagen des Linksabbiegens (Führen auf einer alternativen Route, Blockumfahrung).	2	weitreichende Maßnahme, die auf Grund der Mängelsituation nicht gerechtfertigt erscheint → wird nicht weiter verfolgt
2.6.1.7	Einrichten einer vollständig gesicherten Freigabe der Linksabbieger (eigene Phase / Trennen der Freigabe gegenüberliegender Zufahrten).	2	→ wird weiter verfolgt.
3.2.5.1	Einrichten eines Schutzblinkers zur Warnung vor bevorrechtigtem Kraftfahrzeugverkehr.	2	→ wird weiter verfolgt.
2.7.4.1	Einrichten / Verlängern / Signalisieren einer Zugabezeit für Linksabbieger.	2	Da zwei gegenläufige Linksabbiegeströme betroffen sind, ist keine Abhilfe durch diese Maßnahme zu erwarten. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>6. Verbessern der Freigabezeitbemessung.</b>			
<b>Abhilfe 6.2: Erhöhen der Flexibilität der Abwicklung des ÖPNV.</b>			
2.5.0.1	Einrichten einer anforderungsabhängigen Freigabe des ÖV.	21	Ist im Netzzusammenhang zu entscheiden. → wird als Hinweis weiter verfolgt.
1.3.0.1	Einrichten eines Sonderfahrstreifens für den ÖPNV.	21	Es ist keine ausreichende Fläche für einen zusätzlichen Fahrstreifen vorhanden. Vorhandene Fahrstreifen können in der Zufahrt C aus Kapazitätsgründen nicht umgewidmet werden. In der Zufahrt D ist dies möglich, führt aber zu keinem Qualitätsgewinn (wenig Rechtsabbieger, keine Behinderung) → wird nicht weiter verfolgt.

Aus den verbliebenen Maßnahmen werden nach der Prüfung der ihrer Verträglichkeit Handlungsempfehlungen abgeleitet, die im Folgenden beschrieben, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Kosten bewertet und mit Hinweisen zur Umsetzung versehen sind.

### 3.2 Einzeldarstellung

#### 3.2.1 Verbesserungsmaßnahmen

##### **V-1: Sicherung der Verkehrsführung für den links abbiegenden Verkehr durch Markierung.**

Maßnahmentyp	bauliche Maßnahme
Darstellung	Zur Verdeutlichung der Wartepflicht des links abbiegenden Verkehrs werden Leitlinien, Pfeilmarkierungen und Wartelinien aufgebracht.
Begründung und Wirkungsabschätzung	Reduzierung der Unfallgefahr durch die Verdeutlichung der Wartepflicht und die Sicherung der Aufstellbereiche.

Nutzen-Kosten-Analyse

<b>Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Unfallvermeidung</b>		
<b>Relevante Unfalltypen</b>	<b>Pauschale Unfallkosten im Fünfjahreszeitraum</b>	<b>Pauschale Unfallkosten pro Jahr</b>
Unfalltyp 211+ (Norden / A)	121.000 €	24.200 €
Unfalltyp 211+ (Süden / C)	197.000 €	39.400 €
Geschätzter Unfallrückgangsfaktor	0,1	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>6.360 €</b>
<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		<b>Kosten</b>
Markierung	pauschal	500 .€
Abschreibungszeitraum	5 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,21835	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>109 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		<b>----</b>
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>109 €€</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>&gt; 50</b>

Hinweis zur Umsetzung	Leitlinien und Pfeilmarkierungen wurden im Lauf des Jahres 2003 bereits angebracht. Es ist daher zu prüfen, ob diese Maßnahmen bereits zu einer messbare Verbesserung der Unfallsituation geführt haben.
-----------------------	--

##### **V-2: Gesicherte Signalisierung des links abbiegenden Verkehrs der Immenhofer Straße**

Maßnahmentyp	Hardwareanpassung, Logikanpassung, Parameteranpassung
Darstellung	Die Linksabbieger der Immenhofer Straße erhalten eine eigene Phase und werden gegenüber dem entgegenkommenden Geradeausverkehr vollständig gesichert geführt.
Begründung und Wirkungsabschätzung	Beseitigung der Häufung von Abbiegeunfällen in beiden beobachteten Verkehrsströmen: Nach Schätzungen des ISK-GDV (2002) können Abbiegeunfälle durch eine gesicherte Führung des links abbiegenden Verkehrs um bis zu 80% reduziert werden.

## Nutzen-Kosten-Analyse

Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Unfallvermeidung		
Relevante Unfalltypen	Pauschale Unfallkosten im Fünfjahreszeitraum	Pauschale Unfallkosten pro Jahr
Unfalltyp 211+ (Norden / A)	121.000 €	24.200 €
Unfalltyp 211+ (Süden / C)	197.000 €	39.400 €
Geschätzter Unfallrückgangsfaktor	0,8	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>50.880 €</b>
Kostenabschätzung		
Investitionskosten	Kosten	
Masten und Ausleger austauschen, zusätzliche Signalgeber anbringen	zwei Zufahrten (3)	15.000 €
Verkehrstechnische Planung und Programmierung	pauschal	15.000 €
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,21835	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>6.550 €</b>
Laufende Kosten		
Wartung zusätzliche Signalgeber	2	200 €
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>6.750 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>-7,5</b>

Hinweis zur Umsetzung

Die Maßnahme kann mittelfristig umgesetzt werden. Wegen der Sicherheitsrelevanz hat sie hohe Priorität.

### 3.2.2 Weitere Hinweise

- Der Rechtsabbiegefahrstreifen der Zufahrt D (Filderstraße) ist aus Gründen des Verkehrsablaufs und der Kapazität nicht erforderlich. Auf den Fahrstreifen könnte daher verzichtet werden, um dem Fußgängerverkehr in diesem Bereich mehr Fläche zur Verfügung zu stellen. Da jedoch kein akuter Handlungsbedarf besteht, wird vorgeschlagen, diese Maßnahme zu erwägen, wenn z.B. ein Umbau der Haltestelle auf Niederflertechnik durchgeführt wird.



**Bild 5:** Beengte Platzverhältnisse im südöstlichen Quadranten

- Die vorhandene Absperreinrichtung zur Sicherung des Fußgängerverkehrs im südöstlichen Quadranten sollte in der Olgastraße bis zur Fußgängerfurt verlängert werden, um ein Queren außerhalb der Furt zu vermeiden.
- In der Immenhofer Straße sollte die Geschwindigkeit in Richtung Norden (Gefällerrichtung) überwacht werden.



## Anlage 19

### Beispielanwendung 9

#### Stuttgart (1.735): Neckarstraße –Hackstraße (Stöckach)

#### 1 Datenquellen und Durchführung

##### Grundinformationen Grundlage:

- Schritte 2.1, 2.2 und 2.3
- signaltechnische Unterlagen
  - Unterlagen zur makroskopischen Steuerung (Programmschaltzeiten)
  - mündliche Auskünfte von Mitarbeitern des Tiefbauamts.
  - Ergebnisse einer Ganztags-Verkehrszählung vom 23.07.2003.

##### Unfalldaten Grundlage:

- Schritt 2.4 und 2.5
- Unfalltypen-Steckkarten (einjährig)
  - Protokolle der polizeilichen Unfallermassung.
- Sämtliche Unterlagen umfassen den Betrachtungszeitraum 1998 bis 2002 (5 Jahre). Aus den Informationen der Unfallermassungsprotokolle wurden standardisierte Unfalldatensätze erzeugt und für die Weiterbearbeitung in der örtlichen Unfallanalyse in einer EDV-Datenbank abgelegt.

##### Prozessdaten Grundlage:

- Schritt 2.6
- Datenmitschrift im Steuergerät im Zeitraum von 12.05. bis 16.05.2004 (5 Tage; Mi bis So). Dabei wurden die folgenden Informationen sekundlich erfasst:
- Uhrzeit, aktuelle Sekunde im Umlauf
  - Signalisierungszustände
  - Belegungszustände der Detektoren (Meldepunkte) des ÖV
  - Belegungszustand des Staumeldetektors.

Die Lichtsignalanlage ist nicht mit Erfassungseinrichtungen für den MIV ausgestattet.

##### Betriebsdaten

- Schritt 2.7
- Automatische Betriebsstörungsmeldungen der Lichtsignalanlage werden gespeichert. Die Daten wurden für den Zeitraum vom 01.01.2003 bis 31.05.2004 ausgewertet.

Die Daten geben vom Normalzustand abweichende Betriebszustände und Eingriffe mit der Angabe des Datums und des Eingriffszeitpunkts wieder. Eine Eingriffsdauer wird nicht abgelegt, ebenso wird nicht ausdrücklich erfasst, ob es zur Abschaltung der Anlage gekommen ist. Dieser Sachverhalt muss auf der Grundlage sachlogischer Erwägungen eingeschätzt werden.

Regelmäßige Betriebsmeldungen (Programmumschaltzeiten etc.) werden nicht dauerhaft gespeichert.

### Informationen aus örtlichen Beobachtungen

Schritte 2.8, 2.9 und 2.10

Die Inspektion der Gestaltung des Knotenpunkts sowie die Beobachtungen des Verkehrsablaufs wurde an drei Terminen vorgenommen. Der Verkehrsablauf wurde an einem Werktag (Dienstag, 26.05.2004) zu den Hauptverkehrszeiten (morgens: 7:15 bis 9:00 Uhr; nachmittags: 16:00 bis 17:30 Uhr) beobachtet.

Bei den Beobachtungen wurde das Inspektions- und Beobachtungsprotokoll gemäß der **Anlage 6** eingesetzt.

## 2 Darstellung und Qualitätsanalyse

### 2.1 Systemdarstellung und Bewertung der Prozessqualität<sup>1</sup>

#### 2.1.1 Städtebauliche und planerische Randbedingungen

##### Ortslage und Umfeld



Der innerstädtisch gelegene Knotenpunkt befindet sich in der verdichteten Kernzone. Es handelt sich um ein Mischgebiet mit Geschäfts- und Wohnraumnutzung. Westlich der Neckarstraße befinden sich mehrere öffentliche Gebäude in zurückgesetzter, offener Bauweise. Direkt an den Knotenpunkt schließt im südöstlichen Quadranten ein kleinerer Parkplatz an.

**Bild 1:** Lage im Netz;  
Quelle: Stadt  
Stuttgart, 2004

##### Verkehrsrelevante Einrichtungen im Umfeld

Direkt am Knotenpunkt gelegen befindet sich eine Schule (Gymnasium) und ein Arbeitsamt. Im näheren Umfeld befinden sich Schulen und öffentliche Einrichtungen.

##### Netzfunktion

Beide Straßen sind Hauptsammelstraßen mit innerörtlicher Verbindungsfunktion (gemäß RAS-N 1988), die der Verknüpfung von Stadtteilen mit der Innenstadt dienen.

##### Verkehrsaufkommen

Das Verkehrsaufkommen am Knotenpunkt beträgt 23.436 Kfz/d. Die Verkehrsbeziehungen mit dem höchsten Aufkommen sind die Verbindungen zwischen der Neckarstraße-Süd und der Hackstraße in beiden Richtungen sowie die Neckarstraße in südlicher Richtung.

Im ÖV verkehren Stadtbahnen der SSB, Linien 1, 2, 4, 9 und 14, über den Knotenpunkt. Während des Tages besteht ein 10-Minuten-Takt in jeder Linie, so dass mit 60 Überfahrten pro Stunde zu rechnen ist.

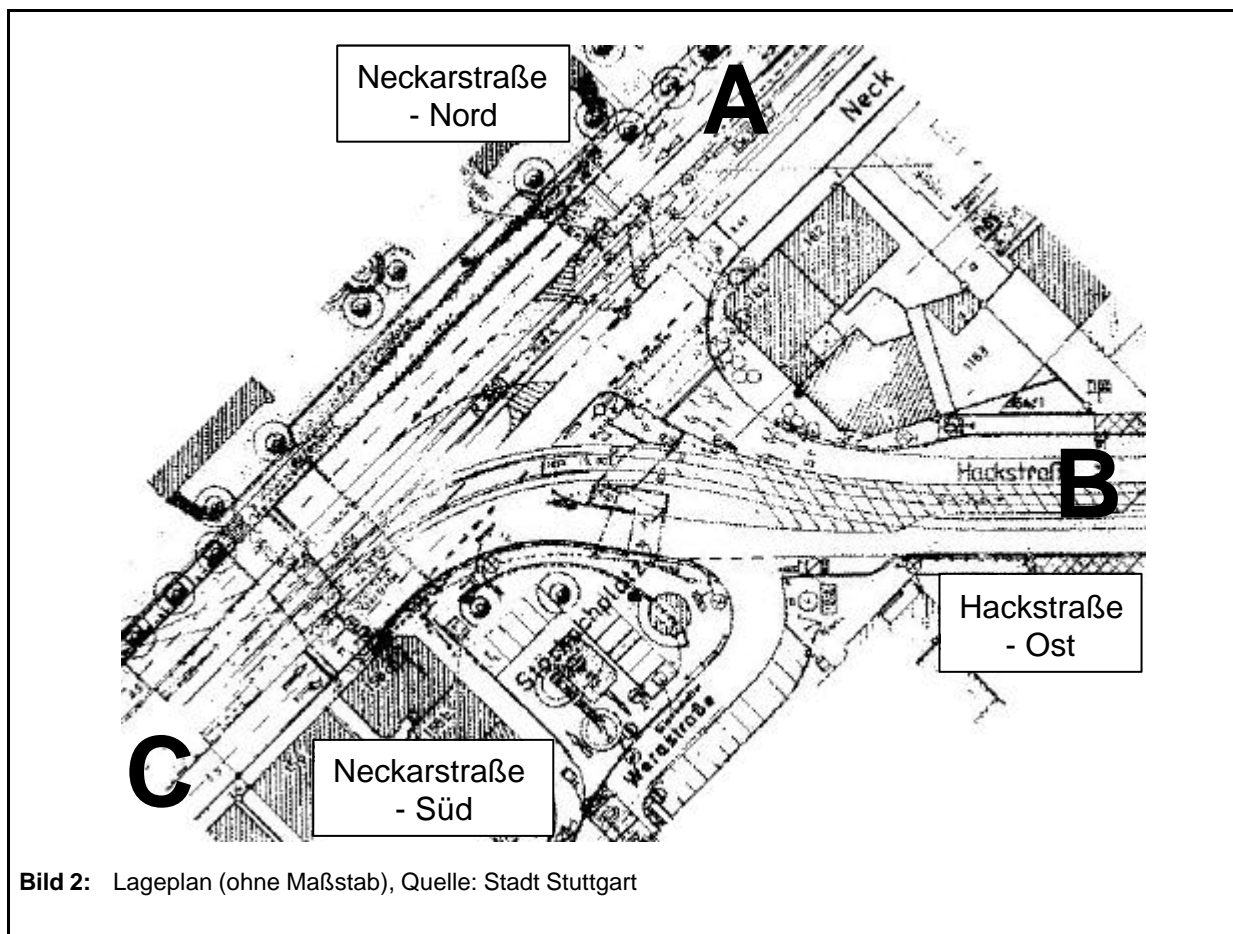
<sup>1</sup> Aussagen der Qualitätsbewertung sind *kursiv* gedruckt.

Bezogen auf die einzelnen Ströme ergeben sich die folgenden Verkehrsstärken:

Zufahrt / Strom	HVZ vormittags MIV [Kfz/h]	HVZ nachmittags MIV [Kfz/h]	HVZ vormittags ÖV [Fz/h]	HVZ nachmittags ÖV [Fz/h]
A (Nord) 2 g	786	511	18	18
B (Ost) 4 r	20	37	---	---
B (Ost) 6 l	775	433	12	12
C (Süd) 7 r	435	483	12	12
C (Süd) 8 g	223	267	18	18

Zählwerte für den Fußgängerverkehr und den Radverkehr liegen nicht vor. Das Fußgängerverkehrsaufkommen ist vor allem im Zulauf zu den ÖV-Haltestellen sehr hoch, das Aufkommen im Radverkehr hingegen ist nur gering bis mäßig.

### 2.1.2 Knotenpunktentwurf



### Fahrraumgestaltung

Linienführung und Sichtfelder	<i>Die Sicht auf den Knotenpunkt und die Konfliktbereiche ist in allen Zufahrten gewährleistet.</i>
Fahrbahnoberfläche	<i>Keine auffälligen Schäden.</i>

### Allgemeine Verkehrsführung

Geradeaus fahrender Verkehr	Die Zulaufstrecken sind einstreifig, im Knotenpunktbereich werden zusätzliche Fahrstreifen angeboten.
Linksabbieger	Linksabbiegen aus der Neckarstraße-Nord in die Hackstraße ist nicht möglich. Die Linksabbieger der Hackstraße werden im Knotenpunktbereich zweistreifig geführt, wobei der rechte Fahrstreifen ein Mischfahrstreifen mit dem Rechtsabbiegeverkehr ist.
Rechtsabbieger	Die Rechtsabbieger der Neckarstraße-Süd erhalten einen eigenen Fahrstreifen, sind jedoch nicht gesondert signalisiert.

### Besondere Verkehrsführung des ÖV



**Bild 3:** Blick in die Hackstraße

Die Stadtbahnen werden entlang der Neckarstraße auf einem besonderen Bahnkörper in Mittellage geführt, der vom Kraftfahrzeugverkehr baulich getrennt ist und nicht von diesem befahren wird. In der Zufahrt Neckarstraße-Süd ist er außerdem gegen Überschreiten außerhalb der Furt durch Absperrereinrichtungen gesichert.

In der Hackstraße liegt der Bahnkörper ebenfalls in Mittellage und ist nicht baulich getrennt. Das Überfahren ist durch eine Sperrmarkierung in der Zulaufstrecke untersagt, in weiterer Entfernung vom Knotenpunkt werden die Fahrstreifen jedoch auf den Bahnkörper überführt, um in den Seitenräumen Parkstände zu schaffen.

### **Besondere Verkehrsführung des Radverkehrs**

Im Knotenpunktbereich sind keine besonderen Radverkehrsanlagen vorhanden, der Radverkehr wird im Mischverkehr auf der Fahrbahn geführt. In der Zufahrt Neckarstraße-Nord endet ein Radfahrstreifen etwa 30 m vor der Haltlinie an der Stelle, wo der Kraftfahrzeugverkehr auf zwei Fahrstreifen erweitert wird.

*Durch das Fehlen besonderer Radverkehrsanlagen entstehen am Knotenpunkt sehr lange Zwischenzeiten.*

### **Verkehrsführung des Fußgängerverkehrs**

#### **Gehwege**

Dem Fußgängerverkehr stehen in allen Zulaufstrecken beidseitig der Fahrbahnen Gehwege zur Verfügung.

*Die Aufstellfläche an der östlichen Furt der Zufahrt Neckarstraße-Süd ist wegen der geringen Gehwegbreite sehr klein bemessen.*

#### **Fußgängerfurten**

Sämtliche Zufahrten des Knotenpunkts können über signalisierte Fußgängerfurten gequert werden. Die Furten sind dreigeteilt, wobei die Querung der Bahntrasse durch Blinklicht gesichert wird. Als Sicherungsmaßnahme sind die Furten in der Neckarstraße-Nord und in der Hackstraße zueinander versetzt.



In der Neckarstraße-Süd erlauben die Platzverhältnisse keine versetzte Anordnung der Teilfurten.

*An dieser Stelle erfordert die direkte Folge von drei Furten eine erhöhte Aufmerksamkeit, um keine gesperrte oder durch Blinklicht gesicherte Furt zu überqueren. Die Aufstellflächen sind in diesem Bereich sehr klein.*

*An dieser Stelle erfordert die direkte Folge von drei Furten eine erhöhte Aufmerksamkeit, um keine gesperrte oder durch Blinklicht gesicherte Furt zu überqueren. Die Aufstellflächen sind in diesem Bereich sehr klein.*

**Bild 4:** Furt in der Zufahrt Neckarstraße-Süd

Eine weitere, ebenfalls dreigeteilte Furt sichert das südliche Ende der Haltestelle. Auch hier sind alle Querungen signaltechnisch gesichert.

*Für den Fußgängerverkehr entstehen am Knotenpunkt spürbare Umwege. Zum Teil ist dies auf den Einsatz von versetzten Furten zurückzuführen, der aus Sicherheitsgründen aber sinnvoll ist.*

### **Bauliche und sonstige Ausstattung des Knotenpunkts**

#### **Inseln**

In allen Zufahrten befinden sich Mittelseln zur Abtrennung der Fahrbahn vom Bahnkörper.

#### **Leit- und Absperreinrichtungen**

Absperrgeländer sind im Bereich der Furtenversätze vorhanden, um ein direktes Betreten der Folgefurt zu verhindern. Zwischen den Furten über die Neckarstraße-Süd und die Hackstraße wird ein Überschreiten der Fahrbahn ebenfalls durch ein Absperrgeländer verhindert.

#### **Markierung**

Es ist eine Hilfsmarkierung für den zweistreifig links abbiegenden Verkehrsstrom aus der Hackstraße vorhanden.

*In der Zufahrt Neckarstraße-Süd korrespondiert die unterbrochene Fahrstreifenmarkierung nach Überfahren der Haltlinie nicht mit der vorgeschriebenen Fahrtrichtung rechts. Eine Sperrflächenmarkierung fehlt.*

Beschilderung



**Bild 5:** Zufahrt der Neckarstraße-Süd mit missverständlicher Markierung und falsch platziertem Wegweiser

*Die wegweisende Beschilderung für ein Krankenhaus in der Zufahrt Neckarstraße-Süd ist erst erkennbar, wenn kein Fahrstreifenwechsel mehr erlaubt ist.*

Zusätzliche Verkehrseinrichtungen im Knotenpunktumfeld

In der Zufahrt Neckarstraße-Süd befindet sich eine Haltestelle für beide Fahrtrichtungen der Stadtbahn. Die Haltestelle wird über zwei signalisierte Furten an den Enden der Bahnsteige erschlossen.



**Bild 6:** Beeinträchtigungen des Zuflusses durch ruhenden Verkehr

In der Ausfahrt Hackstraße befindet sich die Einfahrt zu einem kleinen Parkplatz sowie in eine Anliegerstraße.

*Von der Zufahrt gehen keine Beeinträchtigungen aus.*

Park- und Ladeflächen (Längsparken) sind in der Zufahrt Neckarstraße-Süd auf dem rechten Fahrstreifen vorhanden. Parken

ist im Bereich vor der ersten Querungsstelle zur Haltestelle mit Parkschein regulär vorgesehen. Im Bereich zwischen den Furten ist das Halten außerhalb der Hauptverkehrszeiten erlaubt. Das Haltverbot in Haltliniennähe wird missachtet.

*Der ruhende Verkehr (irregulär und regulär) beeinträchtigt den Zufluss von Fahrzeugen zur Haltlinie in erheblichem Maß. Fahrzeuge blockieren beim rückwärts einparken oder beim warten auf das Ausfahren eines Fahrzeugs den gesamten Zufluss, so dass Teile der Freigabezeit nicht genutzt werden können.*

### 2.1.3 Verkehrssteuerung

<b>Betriebszeit</b>	24 Stunden.
<b>Signalprogramm-aktivierung</b>	Es existieren zwei zeitplanabhängig geschaltete Signalprogramme: ein Signalprogramm für die Hauptverkehrszeiten mit einer Grundumlaufzeit von 90s und ein Signalprogramm für die übrigen Verkehrszeiten mit einer Grundumlaufzeit von 75s.
<b>Steuerungsverfahren</b>	Der Knotenpunkt wird vollverkehrsabhängig in Phasensteuerung gesteuert. Umlaufzeit, Phasenanzahl und Phasenfolge sowie Freigabezeiten sind variabel und in hohem Maße von der ÖV-Beschleunigung aller Linien, die den Knotenpunkt befahren, beeinflusst.
<b>Koordinierung</b>	Der MIV ist nicht koordiniert gesteuert. <i>Eine koordinierte Steuerung ist auf Grund der weitreichenden Eingriffe des ÖV als nicht wirkungsvoll anzusehen.</i>

### Steuerungslogik, Programmstruktur und Programmelemente

Allgemein / Kraftfahrzeugverkehr	<p>Die Lichtsignalsteuerung ist in ihrer Grundstruktur dreiphasig. Sämtliche Ströme (mit Ausnahme der Furten über den Bahnkörper) werden vollständig gesichert geführt. Einzelne Signalgruppen sind jedoch aus der Phasensteuerung ausgenommen und werden unabhängig mit eigenen Logiken signalisiert. Hierzu zählen sämtliche Gelbblinker an den Furten über den Bahnkörper sowie die östlichen Zugänge zur Haltestelle über die Ausfahrt Neckarstraße-Süd.</p> <p>Alle Verkehrsströme werden fest im Umlauf freigegeben; Zeitpunkt und Dauer der Freigabe werden maßgeblich durch den ÖV beeinflusst. Der Fußgängerverkehr kann die Lichtsignalsteuerung nicht, der Kraftfahrzeugverkehr lediglich über eine Stauraumüberwachung in der Zufahrt Hackstraße beeinflussen.</p> <p>Die Blinklichter (Springlichter) an den Furten über den Bahnkörper werden nur bei Annäherung einer Stadtbahn geschaltet.</p>
ÖV	Die Freigabezeiten der Stadtbahn sind gegenüber denen des MIV immer gesichert.
Fußgängerverkehr	Der Fußgängerverkehr wird fest im Phasenablauf freigegeben. Wegen der nicht koordinierten ÖV-Überfahrten ist die Möglichkeit vollständiger Querungen aller aufeinanderfolgenden Furten ohne Halt eingeschränkt.

### 2.1.4 Infrastruktur

<b>Steuergerät</b>	Siemens MS, Baujahr 1995
<b>Signalgeber</b>	Sämtliche Signalgruppen sind mit zwei Signalgebern ausgestattet, die am rechten Fahrbahnrand und auf der jeweiligen Mittelinsel stehen.

Die Hauptgruppen der Zufahrten werden mit voller Scheibe, die Linksabbieger mit Pfeilschablone signalisiert. Der Signalfelddurchmesser beträgt überall 200 mm.

ÖV Der ÖV wird mit Signalgebern nach BOStrAB signalisiert.

Fußgängerverkehr Die Fußgängerfurten sind mit zweifeldigen Signalgebern ausgestattet.

Hilfssignalgeber Die Hilfssignalgeber an den Furten über den Bahnkörper sind als Springlichter ausgeführt.

Taktile und akustische Signale sind nicht vorhanden.

*Die Anzahl und Anordnung der Signalgeber entspricht den RiLSA.*

**Detektoren**

Kraftfahrzeugverkehr Der Kraftfahrzeugverkehr kann seine Freigabezeit nicht anfordern oder bemessen. In der Zufahrt Hackstraße ist in ein Staumeldetektor (Induktionsschleife) in 80 m Abstand zur Haltlinie vorhanden, dessen Dauerbeleuchtung bei herannahender Straßenbahn dazu führt, dass die Freigabe der Signalgruppe des Fahrzeugstroms früher erfolgt, um sicherzustellen, dass die Bahntrasse vor Ankunft der Stadtbahn geräumt werden kann.

ÖV Die Anforderung und Abmeldung der Freigabezeiten des ÖV sowie der Springlichter an den Furten über den Bahnkörper erfolgt über Induktionsschleifen, Weichensperrkreise und Funkbaken-Meldepunkte.

Radverkehr Radverkehr und Fußgängerverkehr werden nicht erfasst.

**2.1.5 Betriebssicherheit**

Kenngröße	Beschreibung und Bewertung
Vorhandensein von Rückfallebenen	Ersatzparameter für den Ausfall von Detektoren sind vorhanden. Es werden Festzeigersatzprogramme vorgehalten.
Vorhandensein von Betriebsüberwachungsfunktionen	Störungsüberwachung und Protokollierung. Detektorstörungen werden verzeichnet.
Relative Ausfallhäufigkeit	Im Jahr 2003 sind 11 Störungen aufgetreten: 3 Rotlampenstörungen 2 Störungen anderer Lampen 3 Störungen an Übertragungswegen 1 Detektorstörung 1 mutwillige Beschädigung 1 Baugruppenstörung im Steuergerät.
Gesamtausfall LSA je Ereignis	Der Zustand des Anlagenausfalls und die Ausfalldauer werden nicht protokolliert. Anhand der Störungsarten kann in 3-5 der aufgezeichneten Fälle von einem Ausfall der Anlage ausgegangen werden (Rotlampenstörung, ggf. mutwillige Beschädigung, ggf. Baugruppenstörung im Steuergerät).

## 2.2 Bewertung der Produktqualität: Verkehrssicherheit

### 2.2.1 Unfallkenngrößen, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Kenngröße	Bezug	Zeichen	Einheit	Wert
Unfalldichte	alle	UD	1 / 5a	<b>5</b>
Unfalldichte mit Personenschaden	alle	UD (P)	1 / 5a	<b>4</b>
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	alle	UD (SP)	1 / 5a	<b>3</b>
Unfalldichte	ÖV	UD <sub>ÖPNV</sub>	1 / 5a	<b>2</b>
Unfalldichte	Rad	UD <sub>Rad</sub>	1 / 5a	<b>0</b>
Unfalldichte mit Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (P)	1 / 5a	<b>0</b>
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Rad	UD <sub>Rad</sub> (SP)	1 / 5a	<b>0</b>
Unfalldichte UD <sub>Fg</sub>	Fg	UD <sub>Fg</sub>	1 / 5a	<b>2</b>
Unfalldichte mit Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (P)	1 / 5a	<b>2</b>
Unfalldichte mit schwerem Personenschaden	Fg	UD <sub>Fg</sub> (SP)	1 / 5a	<b>2</b>
Unfallrate	alle	UR	1 / (1000 Kfz*a)	<b>0,043</b>
Unfallrate mit Personenschaden	alle	UR(P)	1 / (1000 Kfz*a)	<b>0,034</b>
Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD	1.000 €	<b>452</b>
mittlere Unfallkostendichte (pauschale Unfallkosten)	alle	UKD/U	1.000 €/ U	<b>90,4</b>
Unfallkostenrate (pauschale Unfallkosten)	alle	UKR	€/ (1000 Kfz*a)	<b>3.857</b>

### 2.2.2 Klassifizierung als Unfallhäufungsstelle

Bewertung nach den Grenzwerten für Unfallhäufungsstellen (UHS), FGSV (1998):

Unfalltypen-Steckkarte	Betrachtungszeitraum	Einheit	Grenzwert Unfalldichte U	Unfalldichte U	Bewertung
Einjahreskarte	1999	1 / a	5 (gleichartige)	1	unauffällig
Einjahreskarte	2000	1 / a	5 (gleichartige)	0	unauffällig
Einjahreskarte	2001	1 / a	5 (gleichartige)	1	unauffällig
Einjahreskarte	2002	1 / a	5 (gleichartige)	2	unauffällig
<b>Einjahreskarte</b>	<b>2003</b>	<b>1 / a</b>	<b>5 (gleichartige)</b>	<b>0</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (P)	1999-2001	3 / a	5	2	unauffällig
Dreijahreskarte (P)	2000-2002	3 / a	5	3	unauffällig
<b>Dreijahreskarte (P)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>unauffällig</b>
Dreijahreskarte (SP)	1999-2001	3 / a	3	2	unauffällig
Dreijahreskarte (SP)	2000-2002	3 / a	3	2	unauffällig
<b>Dreijahreskarte (SP)</b>	<b>2001-2003</b>	<b>3 / a</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>unauffällig</b>

Die Bewertung ergibt keine Auffälligkeiten, die Grenzwerte nach FGSV (1998) für Unfallhäufungsstellen werden nicht erreicht.

### Zeitliche Entwicklung

In der zeitlichen Entwicklung des Unfallgeschehens sind keine auffälligen Tendenzen zu erkennen, hieraus ergibt sich kein dringender Handlungsbedarf.

### 2.2.3 Charakteristika des Unfallgeschehens, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

	Unfalldichte U (-)	Unfalldichte Anteil (%)	Unfallkostendichte UKD (1000 €)	Unfallkostendichte Anteil (%)	Auffälligkeit
<b>Programmzeit</b>					
S1	0	0	0	0	
S4	5	100	452	100	
<b>Lichtverhältnisse</b>					
hell	3	60	162	36	Zwei von fünf Unfällen sind bei Dunkelheit aufgetreten.
dämmerig	0	0	0	0	
dunkel	2	40	290	64	
<b>Straßenverhältnisse</b>					
trocken	5	100	100	100	
nass	0	0	0	0	
winterglatt	0	0	0	0	

Unfalltypen	Gesamt	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Typ 7
Unfälle U	5	0	0	2	2	0	0	1
Unfälle U(P)	4	0	0	2	2	0	0	0

### 2.2.4 Häufungen gleichartigen Unfallgeschehens, Betrachtungszeitraum: 1999-2003

Im Betrachtungszeitraum konnte keine Häufung gleichartigen Unfallgeschehens festgestellt werden.

### 2.2.5 Weitere Qualitätskenngrößen der Verkehrssicherheit

Kenngröße	Bezug	Beschreibung und Bewertung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	MIV, ÖV, Rad, Fg	Es wurde keine Auffälligkeit beobachtet.

## 2.3 Bewertung der Produktqualität: Güte des Verkehrsablaufs

### 2.3.1 Beobachtung: Abfluss und Reststau

Strom	Morgenspitze (zwei Beobachtungen)			Nachmittagsspitze (drei Beobachtungen)		
	Erg. <sup>2</sup>	Besonderheiten / Beschreibung	QSV	Erg.	Besonderheiten / Beschreibung	QSV
A / 2	1, 0	kein Reststau	<b>B</b>	1, 1, 0	kein Reststau	<b>B</b>
B / 4+6	9, 3	Gelegentlich verbleibt ein Reststau, der jedoch nach wenigen Umläufen abgebaut ist.	<b>C</b>	9, 4, 7	Gelegentlich verbleibt ein Reststau, der jedoch nach weniger Umläufen abgebaut ist.	<b>C</b>
C / 7+8	7, 0	Gelegentlich verbleibt ein Reststau. Wesentlich sind jedoch Störungen im Zufluss.	<b>C</b>	7, 6, 0	Gelegentlich verbleibt ein Reststau. Wesentlich sind jedoch Störungen im Zufluss.	<b>C</b>

<sup>2</sup> Summe der Kennziffern gemäß Beobachtungsprotokoll, vgl. Anlage 6

### 2.3.2 Beobachtung: Koordinierte Abwicklung von Fahrzeugpulk

Strom	Morgenspitze		Nachmittagsspitze	
	Beschreibung	QSV	Beschreibung	QSV
C außen	Planung: keine Koordinierung Beobachtung: In 7 von 10 Umläufen erfolgt der Zufluss unbehindert auf GRÜN. In diesen Fällen fahren die letzten Fahrzeuge ohne Halt durch.	---	Planung: keine Koordinierung Beobachtung: In 10 von 12 Umläufen erfolgt der Zufluss unbehindert auf GRÜN. In 7 dieser Fälle fahren auch die letzten Fahrzeuge ohne Halt durch.	---
C innen	Planung: Innere Koordinierung Beobachtung: In 5 von 10 Umläufen erfolgt der Zufluss unbehindert auf GRÜN. In diesen Fällen fahren auch die letzten Fahrzeuge ohne Halt durch.	E	Planung: Innere Koordinierung Beobachtung: In 3 von 12 Umläufen erfolgt der Zufluss auf GRÜN, in den übrigen Fällen auf ROT.	F
Ausfahrt C innen	Durchfahrt ohne Halt stets möglich.	A/B	Durchfahrt ohne Halt stets möglich.	A/B

### 2.3.3 Weitere Beobachtungen zur Güte des Verkehrsablaufs

Beobachtung	Gruppe	Strom
Fahrzeugpulk, die der Stadtbahn folgen, müssen gelegentlich geschlossen anhalten, nachdem die Stadtbahn den Knotenpunkt passiert hat, da die Freigabezeit nach der Stadtbahn abgebrochen wird.	MIV	B / 7+9
Der Rückstau führt dazu, dass ein stromaufwärts liegender Knotenpunkt in seiner Funktionsfähigkeit beeinträchtigt wird.	MIV	B / 7+9
Während der Freigabezeit eines Verkehrsstroms treten erhebliche Zeitlücken (Kapazitätsreserven) an Haltlinien auf, während Fahrzeuge gesperrter Ströme warten müssen.	MIV	C / 10+11
Die Zeit zwischen den Phasen wird als zu lang empfunden.	allgem.	
Behinderungen durch Vorgänge des ruhenden Verkehrs führen dazu, dass in Verkehrsströmen bei GRÜN größere Zeitlücken auftreten.	MIV	C
Behinderungen durch Wendevorgänge im Zulauf führen dazu, dass in Verkehrsströmen bei GRÜN größere Zeitlücken auftreten.	MIV	B
Die Fußgänger müssen beim Überqueren der Fahrbahn auf der Mittelinsel stehen bleiben.	Fg	allgemein

### 2.3.4 Zusammenstellung der Qualitätskenngrößen des Verkehrsablaufs

Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>3</sup>	Beschreibung und Bewertung
mittlere Wartezeit	MIV	BAK PDA	Es treten spürbare Wartezeiten auf, es kommt jedoch nicht zu Reststau. Die rechnerischen Wartezeiten erreichen in den Hauptverkehrszeiten noch die Qualitätsstufe D.
Auftreten von Reststau			
Anzahl erforderlicher Halte			Es kommt vereinzelt zu Reststau, der jedoch in der Regel nach wenigen Umläufen wieder abgebaut ist. Die überwiegende Anzahl der Fahrzeuge kann nach maximal einem Halt den Knotenpunkt überqueren.

<sup>3</sup> BAK = Beobachtung am Knotenpunkt, PDA = Prozessdatenanalyse, GrInf = Analyse der Grundinformationen

Kenngröße	Bezug	Quelle <sup>3</sup>	Beschreibung und Bewertung	
mittlere Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte Reaktionszeit der Steuerung nach Anforderung	ÖV	PDA	Der ÖV fährt in der Regel ohne Verzögerung in den Knotenpunkt ein (→ QSV A). In Einzelfällen sind Wartezeiten auf gleichzeitig vorhandenen feindlichen ÖV zurückzuführen.	+
mittlere Wartezeit Anzahl erforderlicher Halte an aufeinanderfolgenden Furten	Fg	PDA	Die Wartezeiten an einzelnen Furten führen zu QSV C und D (> 20s). Eine koordinierte Querung ist wegen der häufigen Eingriffe des ÖV jedoch nicht gewährleistet, so dass erheblich höhere Gesamtwartzeiten auftreten.	o -
Anteil Durchfahrten ohne Halt	MIV	BAK	Die Koordinierung der Freigabezeiten zwischen den Signalquerschnitten an den Haltestellenzugängen der Zufahrt und Ausfahrt Neckarstraße-Süd ist gewährleistet, wird in Fahrtrichtung Nord jedoch gelegentlich durch Vorgänge des ruhenden Verkehrs beeinträchtigt.	o
Rückstaulänge	MIV	BAK	In der Zufahrt Hackstraße-Ost (C) kommt es gelegentlich zu Behinderungen einer Zufahrt durch langen Rückstau.	-
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	BAK	Es treten keine Behinderungen nach der Überfahrt der Haltlinie auf.	+
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	ÖV	BAK	Der ÖV kann nach Freigabe den Knotenpunkt in der Regel ungehindert passieren.	+
Verzögerungen des Freigabezeitpunkts durch den ÖV	MIV	PDA	Verzögerungen treten in erheblichem Maß auf und führen zu großen Schwankungsbreiten der Freigabezeit.	A

## 2.4 Zusammenstellung der Mängelaussagen

Auf der Grundlage der in **Anlage 7** dokumentierten Liste der Mängelaussagen werden für die untersuchte Lichtsignalanlage die folgenden Mängelaussagen festgestellt:

Kenngröße	Bezug Gruppe	resultierende Mängelaussage zur Maßnahmenidentifikation	M.-Nr.	Bemerkung
Akzeptanz der Verkehrsführung und Verkehrssteuerung	Rad	<b>Es werden Missachtungen der vorge schriebenen Verkehrsführung für den Radverkehr beobachtet.</b>	10	gelegentlich Fahren auf dem Gehweg
mittlere Wartezeit	ÖV	<b>Auf den Knotenpunkt zufahrende ÖV-Fahrzeuge erhalten nicht regelmäßig GRÜN.</b>	21	
Rückstaulänge	MIV	<b>Der Rückstau beeinträchtigt strom aufwärts liegende Knotenpunkte oder schutzbedürftige Bereiche.</b>	17	Zufahrt B Hackstraße
Auftreten von Behinderungen im Abfluss	MIV	<b>Behinderungen im Zufluss führen zu großen Zeitlücken im Verkehrsstrom.</b>	34	Zufahrt C Neckarstraße
Ausgewogenheit der Freigabezeituteilung	MIV	<b>Es treten ungenutzte Freigabezeiten auf, während Fahrzeuge anderer Ströme warten müssen.</b>	32	
Güte der Koordinierung zwischen Knotenpunkten	MIV	<b>Der Abfluss von Fahrzeugpulks wird regelmäßig abgebrochen.</b>	26	Pulks nach Stadtbahn
Güte der Koordinierung an Furten	Fg, Rad	<b>Die Fußgänger oder Radfahrer müssen in der Regel auf der Mittelinsel erneut warten.</b>	29	

### 3 Qualitätsverbesserung

#### 3.1 Zusammenstellung eines Katalogs möglicher Verbesserungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Qualitätsanalyse wurden mögliche Verbesserungsstrategien und zugehörige Maßnahmen identifiziert und auf ihre grundsätzliche Eignung hin überprüft. Die in die nähere Betrachtung einbezogenen Maßnahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt und kommentiert.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
<b>0. Verbessern der Rahmenbedingungen für die lokale Verkehrssteuerung</b>			
<b>Abhilfe 0.1: Verringern der Verkehrsnachfrage.</b>			
0.1.0.3	Verlagern von Verkehrsströmen auf andere Strecken, so dass sie den Knotenpunkt nicht mehr befahren.	17	Diese Maßnahme ist nur sinnvoll bei lang andauernder Überlastung und bei vorhandenem Verlagerungspotenzial. Da leistungsfähige und attraktive Parallelstrecken vorhanden sind (B14, B10), ist die Verlagerungsfähigkeit des (noch) vorhandenen MIV als gering einzuschätzen. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>1. Verbessern der Erkennbarkeit und Übersichtlichkeit des Knotenpunkts</b>			
<b>Abhilfe 1.8: Verringern der Beeinträchtigungen durch störende Verkehrsvorgänge in Knotenpunktnähe.</b>			
1.6.2.2	Vermeiden unerlaubten Abstellens von Fahrzeugen durch bauliche Maßnahmen.	34	Da die Fahrzeuge vollständig im Straßenraum parken, sind keine sinnvollen baulichen Maßnahmen möglich. → wird nicht weiter verfolgt.
1.6.4.3	Anordnen eines Haltverbots.	34	In Verbindung mit 1.7.3.3 im Nahbereich der Knotenpunktzufahrt umzusetzen. → wird vorgeschlagen.
1.7.3.1	Unterbinden des Anlieferungsverkehrs.	34	Auf Grund des Umfelds (Geschäfte) nicht realistisch. → wird nicht weiter verfolgt.
1.7.3.2	Schaffung störungsärmerer Anlieferungszonen.	34	In Verbindung mit 1.7.3.3 im Nahbereich der Knotenpunktzufahrt umzusetzen. → wird vorgeschlagen.
1.7.3.3	Veränderungen im ruhenden Verkehr im Umfeld des Knotenpunkts (Verbessern der Erreichbarkeit von Parkständen / Verändern der Parkraumbewirtschaftung zur Verringerung der Anzahl von Parkvorgängen / Entfernen von Parkständen im Knotenpunktbereich / Anordnen eines Parkverbots / Überwachung).	34	→ wird vorgeschlagen.
<b>2. Verbessern der Begreifbarkeit der Verkehrssteuerung</b>			
<b>Abhilfe 2.4: Vermeiden unplausibler Signalisierungszustände.</b>			
2.7.7.1	Überprüfen, ob die Zwischenzeit zu lang bemessen ist (Räum- und Einfahrwege, fahrdynamische Annahmen).	32	kein Handlungsspielraum → wird nicht verfolgt.
<b>Abhilfe 2.8: Verbessern der Verkehrsführung und Vereinfachen der Verkehrssteuerung für Radfahrer.</b>			
<b>5. Erhöhen der Kapazität der Lichtsignalsteuerung.</b>			
<b>Abhilfe 5.1: Verringern von Verlustzeiten.</b>			
1.2.0.4	Verkürzen von Räumwegen (durch die Verlegung von Haltlinien / durch die Verringerung der Knotenpunktgröße / durch die Einrichtung von Mittelinseln für den Fußgängerverkehr).	17	Kürzere Räumwege können nur durch bauliche Umgestaltung des Knotenpunkte erreicht werden. → wird nicht verfolgt.
1.2.1.1	Ändern der Fahrstreifenaufteilung.	17	Von einer Änderung der Fahrstreifenaufteilung ist keine Minderung des Problems zu erwarten. → wird nicht verfolgt.
2.5.0.4	Verringern der Eingriffsmöglichkeiten des ÖV (in feindliche Freigabezeiten / in die Koordinierung).	17	Es ist zu untersuchen, inwiefern die Stauerfassung in der Zufahrt B stärker bei der Freigabezeitbemessung berücksichtigt werden kann. → wird vorgeschlagen.

Maßn.-Nr.	Verbesserungsstrategie / Maßnahme	M.-Nr.	Kommentar / weitere Behandlung
2.6.1.11	Verändern der Phaseneinteilung zum Aufheben von ungünstigen Zwischenzeitbindungen (z.B. bei gleichzeitiger Freigabe von Kraftfahrzeugverkehr und parallelem Fußgängerverkehr).	17	Auf Grund geringer Freiheitsgrade (3 Phasen) konnte kein Verbesserungspotenzial festgestellt werden. → nicht relevant.
<b>Abhilfe 5.2: Anpassen der Umlaufzeit.</b>			
2.2.0.1	Anpassen der Umschaltzeitpunkte in der zeitplanabhängigen Programmaktivierung.	17	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
2.2.0.2	Einrichten einer verkehrsabhängigen Programmaktivierung.	17	nicht ursächlich → wird nicht verfolgt.
2.3.0.1	Einrichten eines verkehrsabhängigen Steuerungsverfahrens.	17	Es ist zu untersuchen, inwiefern die Stauerfassung in der Zufahrt B stärker bei der Freigabezeitbemessung berücksichtigt werden kann. → wird vorgeschlagen.
<b>6. Verbessern der Freigabezeitbemessung.</b>			
<b>Abhilfe 6.1: Verbessern der Anpassung der Freigabezeitbemessung an den Bedarf.</b>			
2.7.3.2	Verlängern der Kernbereiche / Erlaubnisbereiche der Freigabezeiten (bei verkehrsabhängiger Steuerung).	17	Es ist zu untersuchen, inwiefern die Stauerfassung in der Zufahrt B stärker bei der Freigabezeitbemessung berücksichtigt werden kann. → wird vorgeschlagen.
<b>Abhilfe 6.2: Erhöhen der Flexibilität der Abwicklung des ÖV.</b>			
0.2.0.3	Überprüfen der Strategie der ÖV-Bevorrechtigung (Grad der Priorisierung).	21, 32	Die hohe Priorisierung des ÖV ist – gemessen an dessen Verkehrsleistung im Knotenpunkt – grundsätzlich nicht zu beanstanden. → wird nicht weiter verfolgt
2.5.0.2	Erweitern der Eingriffsmöglichkeiten des ÖV.	21	Die Beeinträchtigung ist auf andere ÖV-Fahrzeuge zurückzuführen. → wird nicht weiter verfolgt.
2.5.0.3	Verringern der Reaktionsdauer auf eine Anforderung durch den ÖV.	21	Die Beeinträchtigung ist auf andere ÖV-Fahrzeuge zurückzuführen. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>Abhilfe 6.4: Verbessern der Erfassung von Verkehrsströmen.</b>			
3.3.1.1	Anordnen von Detektoren zur Erfassung von Verkehrsströmen.	17, 21	Ein Detektor zur Stauraumüberwachung ist vorhanden. Die Beeinträchtigung des ÖV ist auf andere ÖV-Fahrzeuge zurückzuführen. → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.3	Verändern der Detektionstechnik.	17, 21, 32	Es liegen keine Hinweise auf nicht verfügbare Funktionen der ÖV-Bevorrechtigung vor. → wird nicht weiter verfolgt.
3.3.1.6	Überprüfen der Plausibilitätsbedingungen bei der Fahrzeugerkennung (verlorene Anforderungen, Phantomanforderungen).	21	Die Beeinträchtigung ist auf andere ÖV-Fahrzeuge zurückzuführen. → wird nicht weiter verfolgt.
<b>8. Verbessern der Koordinierung mit benachbarten Knotenpunkten.</b>			
<b>Abhilfe 8.2: Verbessern des Pulkzusammenhalts in der Zulaufstrecke.</b>			
2.4.0.6	Unterbinden von Störungen auf der Zuflussstrecke.	26	Mangel wird durch Einbindung des Staukriteriums adressiert → wird vorgeschlagen.
<b>Abhilfe 8.5: Anpassen des Freigabezeitendes an die tatsächliche Durchfahrt des Pulkendes.</b>			
2.5.0.10	Anpassen der logischen Bedingungen und Parameter für den Abbruch von Freigabezeiten.	26	Mangel wird durch Einbindung des Staukriteriums adressiert → wird vorgeschlagen.
<b>Abhilfe 8.6: Verringern der Möglichkeit störender Eingriffe in die Koordinierung.</b>			
2.5.0.4	Verringern der Eingriffsmöglichkeiten des ÖPNV in feindliche Freigabezeiten / in die Koordinierung.	26	Mangel wird durch Einbindung des Staukriteriums adressiert → wird vorgeschlagen.

Aus den verbliebenen Maßnahmen werden nach der Prüfung der ihrer Verträglichkeit Handlungsempfehlungen abgeleitet, die im Folgenden beschrieben, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Kosten bewertet und mit Hinweisen zur Umsetzung versehen sind.

### 3.2 Einzeldarstellung

#### Verbesserungsmaßnahme

##### V-1: Sicherstellen eines ungehinderten Zuflusses in der Zufahrt Neckarstraße-Süd

Maßnahmentyp	bauliche Maßnahme, Überwachung
Darstellung	<p>In der Zufahrt Neckarstraße-Süd (C) werden Maßnahmen zur Verringerung von Störungen des Verkehrsflusses durch den ruhenden Verkehr ergriffen.</p> <p>Zwischen den Furten wird das vorhandene zeitweilige Parkverbot durch ein generelles Haltverbot ersetzt.</p> <p>Für den Anlieferungsverkehr werden im Bereich vor der ersten Furt besondere Flächen reserviert.</p> <p>Regelwidriges Halten und Parken im Bereich zwischen den Furten wird durch Überwachung verhindert.</p> <p>Es ist zu untersuchen, inwieweit langfristig eine Besserung der Situation durch Nutzung vorhandener Flächen zum Abstellen von Fahrzeugen erreicht werden kann (z. B. Nutzung freier Kapazitäten im Bereich des kleinen Parkplatzes, Schaffung von Parkraum auf privatem Grund).</p>
Begründung und Wirkungsabschätzung	<p>Bei der Beobachtung des Verkehrsablaufs wurden erhebliche Kapazitätseinbußen durch Ein- und Ausparkvorgänge in der Zufahrt festgestellt. Teile der Freigabezeiten können nicht zum Abfluss genutzt werden, der koordinierte Abfluss zwischen den Signalisierungsquerschnitten an den beiden Furten zum Zugang zur Haltestelle ist nicht gewährleistet. Außerdem geht ein Teil der Aufstellfläche vor dem Knotenpunkt durch regelwidrig geparkte Fahrzeuge auf dem rechten Fahrstreifen verloren.</p>
Nutzen-Kosten-Analyse	<p>Zur Abschätzung des Nutzens wird davon ausgegangen, dass die Fahrstreifenkapazität um 5 % erhöht werden kann, wenn es zu weniger Beeinträchtigungen im Abfluss kommt. Der hieraus resultierende Nutzen wird unter der Annahme mittlerer Freigabezeiten mit Hilfe des Berechnungsverfahrens nach HBS für die Hauptverkehrszeiten und den Tagesverkehr abgeschätzt.</p>

Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Vermeidung von Wartezeiten		
Nutzenbeitrag		
Wartezeitminderung je Kfz	3 s	
Anzahl betroffene Fahrzeuge	6347 Kfz/d	
Zeitgewinnsumme	1269 h/a	
Zeitkostensatz <sup>4</sup>	6,60 €/h	
<b>Jährlicher Nutzen</b>		<b>8.375 €</b>

<sup>4</sup> Mischkalkulation aus 95% Personenverkehr und 5% Wirtschaftsverkehr, Kostensatz nach EWS 97.

<b>Kostenabschätzung</b>		
<b>Investitionskosten</b>		
Beschilderung (ergänzen und neu errichten)	5 Standorte	1.000 €
ergänzende Markierung	pauschal	1.000 €
Überwachung	nicht angesetzt	
Abschreibungszeitraum	10 Jahre	
Annuitätenfaktor	0,11723	
<b>Jährlicher Abschreibungsbetrag</b>		<b>234 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>		---
<b>Jährliche Kosten</b>		<b>234 €</b>
<b>Nutzen-Kosten-Faktor</b>		<b>~ 36</b>

Hinweis zur  
Umsetzung

Die Maßnahme ist kurzfristig umsetzbar. Sie dient der Erhöhung der Kapazität und der Vermeidung von Reststau und sollte mit mittlerer Priorität verfolgt werden.

#### Weitere Untersuchungen

##### **WU-1: Untersuchung der Einbeziehung einer Zeitlückenbemessung als weiteres Kriterium**

Maßnahmentyp	Hardwareanpassungen (Folge: Logikanpassungen, Parameteranpassungen)
Darstellung	Es ist in einer Voruntersuchung zu untersuchen, in wie weit Verbesserungen des Verkehrsablaufs möglich sind, wenn die Freigabezeiten im MIV, nachgeordnet zu den ÖV-Anforderungen, über eine Zeitlückenerfassung bemessen werden.
Begründung	Im Steuerungsablauf treten in einzelnen Fahrzeugströmen Reserven auf, während andere Ströme gesperrt sind. Insbesondere abseits der Hauptverkehrszeiten besteht daher die Möglichkeit, das Signalprogramm stärker an die Verkehrsbelastungen im MIV anzupassen. Allerdings können wegen des starken Einflusses des ÖV keine genauen Aussagen zu den Wirkungspotenzialen getroffen werden. Es ist daher angebracht, eine solche Maßnahme zunächst mit einer Simulation eingehend zu untersuchen.

#### Hinweise

- Die im Knotenpunktbereich aufgestellte wegweisende Beschilderung zum Karl-Olga-Krankenhaus ist in die Zufahrt zu versetzen. Am derzeitigen Aufstellort ist ein Fahrstreifenwechsel wegen der mit Zeichen 209-ff StVO vorgeschriebenen Fahrrichtungen nicht mehr erlaubt.
- Durch eine Sperrflächenmarkierung kann die vorgeschriebene Fahrtrichtung vom rechten Fahrstreifen der Zufahrt Neckarstraße-Süd verdeutlicht werden.

---

## Glossar

Anforderung	Erfordernis oder Erwartung, das oder die festgelegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend ist (ISO 9000:2000).
Anspruchsklasse	Kategorie oder Rang, die oder der den verschiedenen Qualitäts→anforderungen an →Produkte, →Prozesse oder →Systeme mit demselben funktionalen Gebrauch zugeordnet ist (ISO 9000:2000).
Anzahl der Halte	Häufigkeit, mit der ein Fahrzeug vor dem Überfahren der Haltlinie zum Stillstand kommt (ohne Vorgänge des Nachrückens). Ein Mehrfachhalte ist erforderlich, wenn ein Fahrzeug bei der auf die Ankunft folgenden Freigabezeit nicht abfließen kann.
Aufzeichnung	→Dokument, das erreichte Ergebnisse angibt oder einen Nachweis ausgeführter Tätigkeiten bereitstellt (ISO 9000:2000).
Bewertung	Tätigkeit zur Ermittlung der Eignung, Angemessenheit und →Wirksamkeit der Betrachtungseinheit, festgelegte Ziele zu erreichen (ISO 9000:2000).
Dokument	→Information und ihr Trägermedium (ISO 9000:2000).
Effizienz	Verhältnis zwischen dem erreichten Ergebnis und den eingesetzten Ressourcen (ISO 9000:2000).
Fähigkeit	Eignung einer →Organisation, eines →Systems oder eines →Prozesses zum Realisieren eines →Produkts, das die Anforderungen an dieses Produkt erfüllt (ISO 9000:2000).
Fehler	Nichterfüllung einer →Anforderung (ISO 9000:2000).
Information	Daten mit Bedeutung (ISO 9000:2000).
Inspektion	Synonym zu -->Prüfung.
Konformität	Erfüllung einer →Anforderung (ISO 9000:2000).
Korrektur	Maßnahme zur Beseitigung eines erkannten Fehlers (ISO 9000:2000). Zu unterscheiden von der →Korrekturmaßnahme.
Korrekturmaßnahme	Maßnahme zur Beseitigung der Ursache eines erkannten → Fehlers oder einer anderen, erkannten, unerwünschten Situation (ISO 9000:2000).
Lichtsignalsteuerung	Planmäßige Beeinflussung (Steuerung) des Verkehrsablaufs durch Lichtsignale (FGSV 2000); Bestandteil der Verkehrsregelung.
Mangel	Nichterfüllung einer Anforderung in Bezug auf einen beabsichtigten oder festgelegten Gebrauch (ISO 9000:2000). Im Gegensatz zum →Fehler von rechtlicher Bedeutung.

Merkmal	Kennzeichnende Eigenschaft. Es können unterschieden werden: <ul style="list-style-type: none"><li>➤ inhärente oder zugeordnete Merkmale</li><li>➤ qualitative oder quantitative Natur</li><li>➤ physische, sensorische, verhaltensbezogene, zeitbezogene, ergonomische oder funktionale Merkmale (ISO 9000:2000).</li></ul>
Produkt	Ergebnis eines →Prozesses (ISO 9000:2000). Unterschieden werden vier Produktkategorien: Dienstleistungen, Software, Hardware, verfahrenstechnische Produkte. Produkte können demnach immateriell oder materiell sein.
Prozess	Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkungen stehenden Tätigkeiten, der Eingaben in Ergebnisse umwandelt (ISO 9000:2000).
Prüfung	Konformitätsbewertung durch Beobachten und Beurteilen, begleitet – soweit zutreffend – durch Messen, Testen oder Vergleichen (ISO 9000:2000).
Qualität	Grad, in dem ein Satz inhärenter → Merkmale → Anforderungen erfüllt (ISO 9000:2000)
Qualitätsfeld	In der ISO 9000:2000 nicht definierter. Er wird hier in allgemeinem Zusammenhang verwendet als zusammenfassende Bezeichnung für ein Qualitätsziel und den ihm zugeordneten Qualitätsmerkmalen („Qualitätsfeld Verkehrssicherheit“).
Qualitätskenngröße	Mess- oder Beschreibungsgröße zur Feststellung eines Qualitätsmerkmals.
Qualitätslenkung	Teil des →Qualitätsmanagements, der auf die Erfüllung von Qualitäts→anforderungen gerichtet ist (ISO 9000:2000).
Qualitätsmanagement	Aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer →Organisation bezüglich →Qualität (ISO 9000:2000).
Qualitätsmanagement-System	Managementsystem zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich der →Qualität (ISO 9000:2000).
Qualitätsmerkmal	Inhärentes Merkmal eines Produkts, Prozesses oder Systems, das sich auf eine Anforderung bezieht (ISO 9000:2000).
Qualitätsplanung	Teil des →Qualitätsmanagements, der auf das Festlegen der Qualitätsziele und der notwendigen Ausführungs→prozesse sowie der zugehörigen Ressourcen zur Erfüllung der Qualitätsziele gerichtet ist (ISO 9000:2000).
Qualitätssicherung	Teil des →Qualitätsmanagements, der auf das Erzeugen von Vertrauen darauf gerichtet ist, dass Qualitäts→anforderungen erfüllt werden (ISO 9000:2000). Anmerkung: Qualitätssicherung konzentriert sich vor allem auf beabsichtigte Produkte (ISO 9000:2000).
Qualitätsverbesserung	Teil des Qualitätsmanagements, der auf die Erhöhung der Fähigkeiten zur Erfüllung der Qualitäts→anforderungen gerichtet ist (ISO 9000:2000).
Qualitätsziel	Etwas bezüglich Qualität Angestrebtes oder zu Erreichendes (ISO 9000:2000).

---

Reststau	Fahrzeuge, die während der Freigabezeit nicht abgefertigt werden konnten (Stau bei Grünende; nach HBS, FGSV 2001 <sup>a</sup> )
Rückstau	siehe → Stau.
Spezifikation	→Dokument, das →Anforderungen angibt (ISO 9000:2000).
Stau	Fahrzeuge während des Wartens auf Fahrtfreigabe oder Weiterfahrt (HBS, FGSV 2001 <sup>a</sup> ).
Steuerung	Vorgang, bei dem einer Steuerkette in Abhängigkeit von gegebenen Eingangsgrößen gewisse Ausgangsgrößen gebildet werden, wobei die Ausgangsgrößen nicht auf die Eingangsgrößen zurückwirken (MEYERS).
System	Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Elementen (ISO 9000:2000).
Test	Ermitteln eines oder mehrerer →Merkmale (Merkmalswerte) nach einem →Verfahren (ISO 9000:2000).
Wartezeit	Gegenüber der freien Durchfahrt zusätzlich benötigte Zeit beim Befahren des Knotenpunkts mit Lichtsignalanlage (HBS; FGSV 2001 <sup>a</sup> ).
Wirksamkeit	Ausmaß, in dem geplante Tätigkeiten verwirklicht und geplante Ergebnisse erreicht werden (ISO 9000:2000).
Validierung	Bestätigung durch Bereitstellung eines →objektiven Nachweises, dass die →Anforderungen für einen spezifischen beabsichtigten Gebrauch oder eine spezifische beabsichtigte Anwendung erfüllt worden sind (ISO 9000:2000).
Verfahren	Festgelegte Art und Weise, eine Tätigkeit oder einen →Prozess auszuführen (ISO 9000:2000).
Verifizierung	Bestätigung durch Bereitstellung eines →objektiven Nachweises, dass festgelegte →Anforderungen erfüllt worden sind (ISO 9000:2000).
Verkehrsregelung	Gesamtheit aller Vorschriften, Maßnahmen und Einrichtungen zur Ordnung und Sicherung des Verkehrs (FGSV 2000). in Abgrenzung zur Lichtsignalsteuerung hier verwendet als Bezeichnung für die Dienstleistung am Verkehrsteilnehmer. Bestandteil der Verkehrsregelung sind u.a. die → Lichtsignalsteuerung und die Verkehrsführung.
Verkehrssteuerung	Hier verwendet zur Abgrenzung aller unmittelbar mit der Lichtsignalsteuerung verbundenen Aspekte der Verkehrsregelung einschließlich der nicht signalisierten Ströme.
Zuverlässigkeit	Zusammenfassender Ausdruck zur Beschreibung der Verfügbarkeit und ihrer Einflussfaktoren Funktionsfähigkeit, Instandhaltbarkeit und Instandhaltungsbereitschaft (ISO 9000:2000).

---

## Curriculum Vitae

### Persönliche Daten

geboren am 22. März 1971 in Hanau.

### Schulbildung

1977-1981            Grundschule in Hasselroth.  
1981-1983            Additive Gesamtschule in Freigericht.  
1983-1990            Franziskaner-Gymnasium Kreuzburg in Großkrotzenburg.  
1990                    Abschluss: Allgemeine Hochschulreife.

### Zivildienst

1990-1991            Mobile Seniorenbetreuung im Kirchenbezirk Am Limes, Hanau.

### Hochschulbildung

1992-1993            Philosophisch-Theologische Hochschule St. Georgen, Frankfurt  
Studiengang Katholische Theologie.  
1993-1999            Technische Universität Darmstadt  
Studiengang Bauingenieurwesen  
Vertiefungsfächer Umweltwissenschaften, Wasserversorgung–  
Abwassertechnik–Abfalltechnik–Umwelt- und Raumplanung  
Hauptvertiefungsfach Eisenbahn-, Straßen- und Verkehrswesen.  
1999                    Abschluss: Diplom-Ingenieur (Dipl.-Ing.).

### Berufsausübung

2000-2005            Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Verkehrsplanung  
und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt.  
seit 2005            Bereichsleiter „Qualitätsmanagement“  
im ZIV – Zentrum für integrierte Verkehrssysteme, Darmstadt.  
2005                    Promotion zum Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.).

---

---

In der Schriftenreihe des Instituts für Verkehr an der Technischen Universität Darmstadt sind bisher erschienen:

Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik (ISSN 1613-8317):

- V1 Faust, G.  
Entwurf und Bau von stark überhöhten Fahrbahnen  
1999
  - V2 Korda, C.  
Quantifizierung von Kriterien für die Bewertung der Verkehrssicherheit  
mit Hilfe digitalisierter Videobeobachtungen  
1999
  - V3 State of the Art of Research, Development and Application  
of Intelligent Transport Systems (ITS) in Urban Areas  
Proceedings of the Japanese-German Symposium, April 27, 2001
  - V4 Verkehrssystem auf dem Weg zur freien Marktwirtschaft  
Vorträge im Rahmen des Kolloquiums im Verkehrswesen am 11.06.2001
  - V5 Blees, V., Boltze, M., Specht, G.  
Chancen und Probleme der Anwendung von Qualitätsmanagement  
in Verkehrsplanungsprozessen  
2002
  - V6 Lotz, C.  
Ermittlung von Detektorenstandorten für den Straßenverkehr innerorts  
2002
  - V7 Desiderio, N.  
Requirements of Users and Operators on the Design and Operation of Intermodal Interchanges  
2002
  - V8 Hollborn, S.  
Intelligent Transport Systems (ITS) in Japan  
2002
  - V9 Boltze, M., Figur, A., Friedrich, D., Specht, G.  
Grundlagen für die Beeinflussung des individuellen Verkehrsmittelwahlverhaltens  
durch Direktmarketing  
2002
  - V10 Boltze, M., Reußwig, A.  
First Review of Available Data: Modal Split in Different Countries  
2000
  - V11 Schäfer, P.  
Bürgerinformation, ein wichtiges Element der Bürgerbeteiligung  
2003
  - V12 Boltze, M.  
Fachgebietsbericht - September 1997 bis Dezember 2002  
2003
  - V13 Stephan, R.  
Einsatzbereiche von Knotenpunkten mit der Regelungsart "rechts vor links"  
2003
-

- 
- V14 Blee, V.  
Qualitätsmanagement in Verkehrsplanungsprozessen  
2004
- V15 Schäfer, P.  
Alternative Methoden zur Überwachung der Parkdauer sowie zur Zahlung der Parkgebühren  
2004
- V16 Reußwig, A.  
Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen  
2005

Fachgebiet Bahnsysteme und Bahntechnik (ISSN 1614-9300):

- B1 Lademann, F.  
Bemessung von Begegnungsabschnitten auf eingleisigen S-Bahn-Strecken  
2001
- B2 Becker, J., Schramm, E.  
Barrierefreier Schienenpersonennahverkehr  
Beschreibung und Bewertung der Anforderungen mobilitätseingeschränkter Menschen  
2003
- B3 Axthelm, C.  
Umweltbahnhof Rheinland-Pfalz  
2004
- B4 Muthmann, T.  
Rechnerische Bestimmung der optimalen Streckenauslastung  
mit Hilfe der Streckendurchsatzleistung  
2004
- B5 Becker, J.  
Qualitätsbewertung und Gestaltung von Stationen des regionalen Bahnverkehrs  
2005

Fachgebiet Straßenwesen mit Versuchsanstalt (ISSN 1614-9319):

- Stöckert, U.  
Ein Beitrag zur Festlegung von Grenzwerten für den Schichtenverbund im Asphaltstraßenbau  
2002
- Ruwenstroth, H.-F.  
Auswirkungen von wiederverwendeten Fräsasphalten mit polymermodifiziertem Bitumen  
und stabilisierenden Zusätzen auf Asphalteeigenschaften  
2003
-