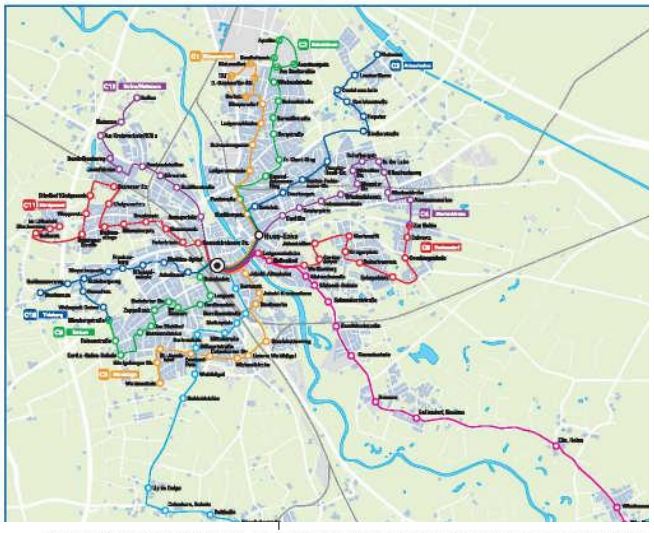
Aktualisierung der Lichtsignalanlagensteuerungen am Beispiel von 19 Lichtsignalanlagen im Zuge des Innenstadtrings in Rheine

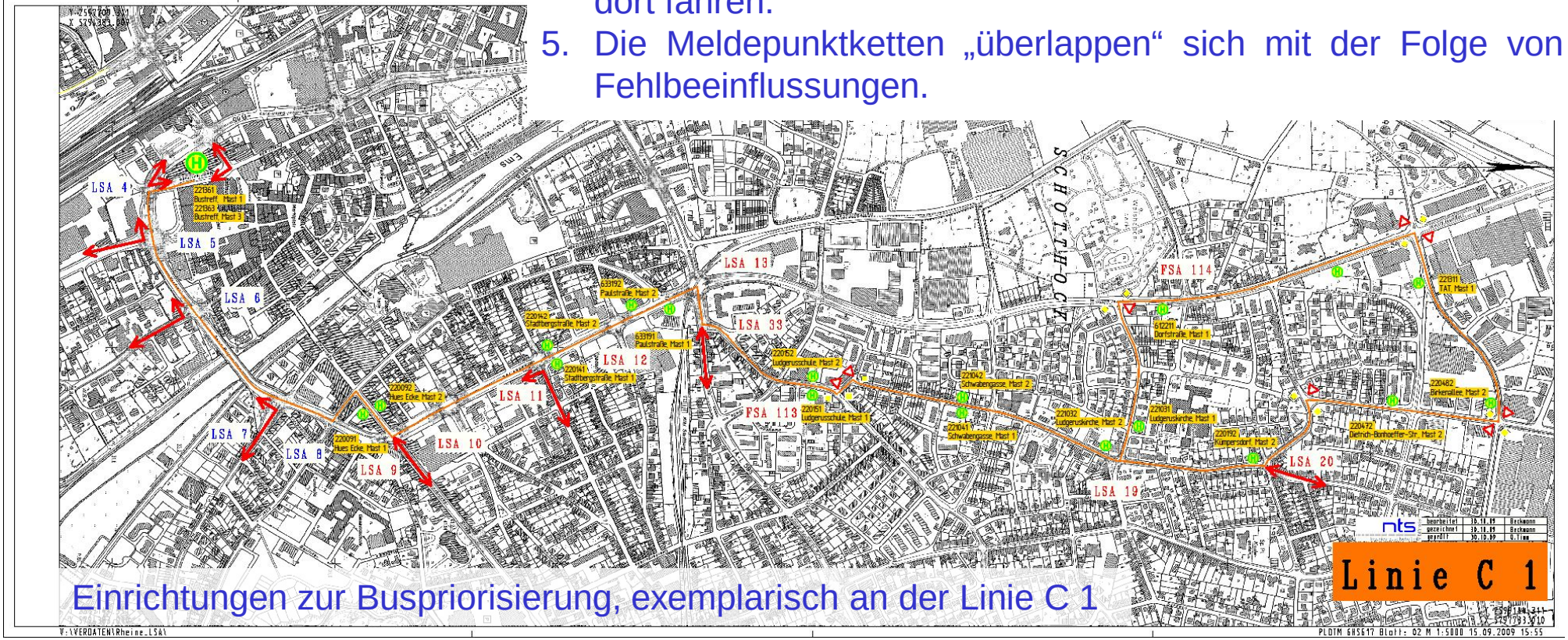
Ausgangssituation

Der **Linien**netz**plan**



Die Ingenieurgesellschaft nts hat im Auftrage der Stadtwerke Rheine eine Überprüfung der vorhandenen Einrichtungen zur Busprioritisierung vorgenommen. Ergebnis:

1. Die vorhandene Infrastruktur zur Busprioritisierung wurde seit Mitte der 90er Jahre eingerichtet.
2. Die Funkerfassung entspricht nicht mehr dem Stand der Technik.
3. Der Linienverlauf der Buslinien hat sich weiterentwickelt.
4. Einige Lichtsignalanlagen werden ohne Busprioritisierung betrieben, andere mit Busprioritisierung, obwohl keine Busse dort fahren.
5. Die Meldepunktketten „überlappen“ sich mit der Folge von Fehlbeeinflussungen.

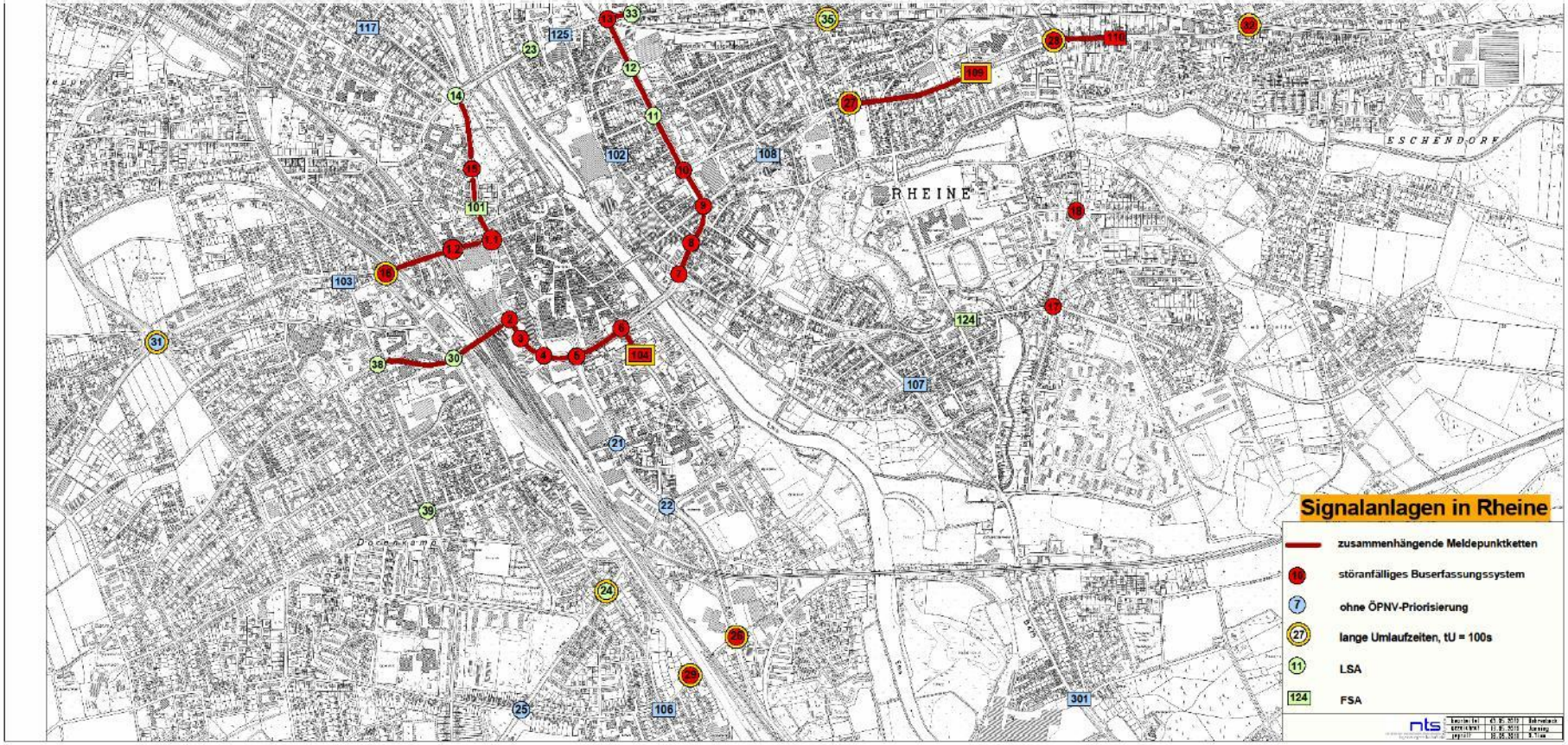


Einrichtungen zur Busprioritisierung, exemplarisch an der Linie C 1

Ausgangssituation

In einem abschließenden Erläuterungsbericht wurde eine entsprechende Maßnahmenempfehlung, Kostenberechnung und Prioritätenreihung vorgenommen.
Die Erarbeitung der Antragsunterlagen wurde mit dem Fördergeber NWL sowie der Stadt Rheine bereits vorabgestimmt.
Es wird eine Umsetzung der Einzelmaßnahmen für die Jahre 2011 und 2012 angestrebt.

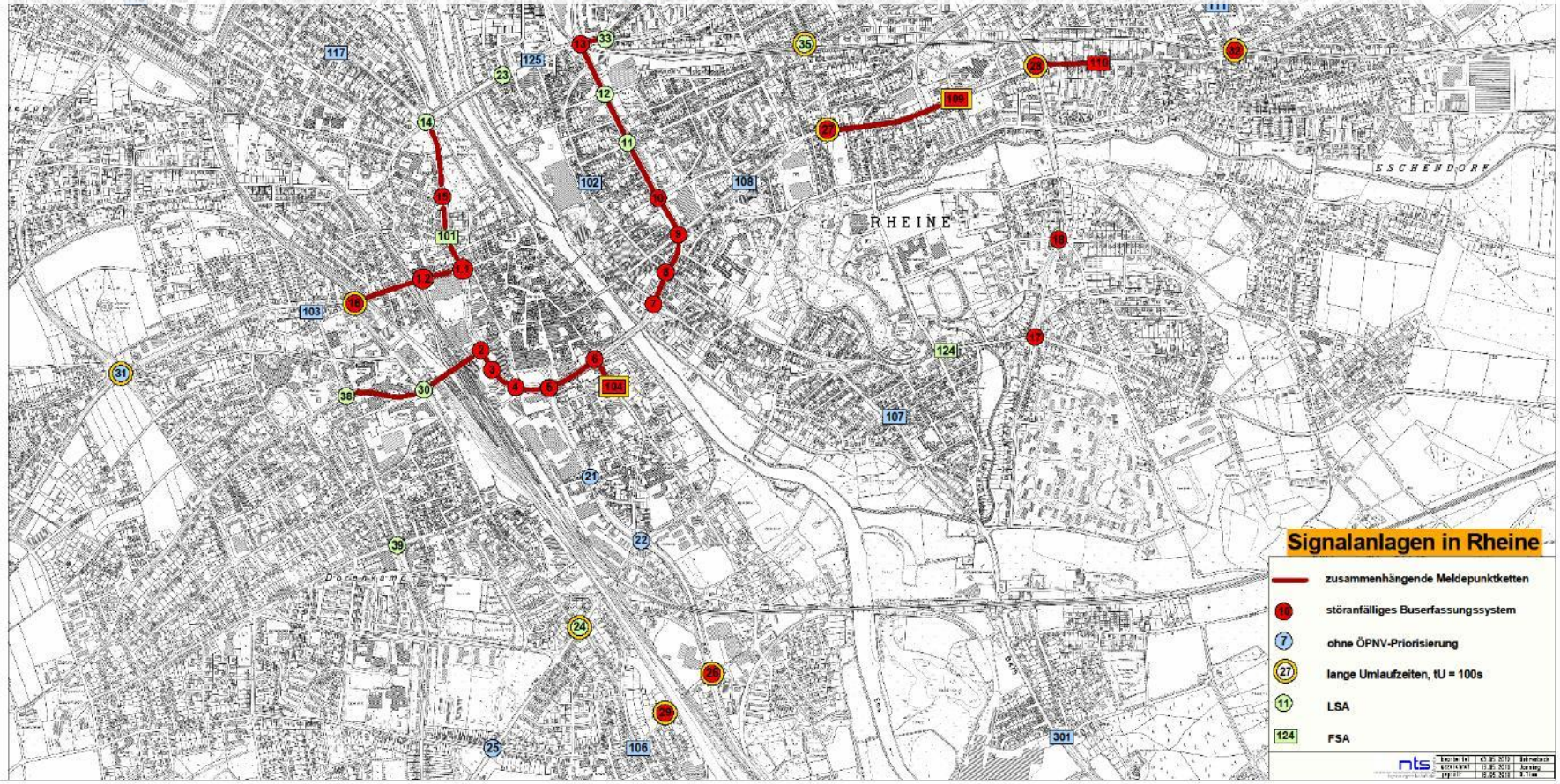
Um die verkehrsplanerischen Ziele der Stadt Rheine zu berücksichtigen, wird für die wichtigsten Lichtsignalanlagen im Zuge des Innenstadtrings eine Vorplanung erstellt und in mehreren Schritten mit der Stadt Rheine, den Stadtwerken Rheine, der Politik und den Bürgern abgestimmt.



Ausgangssituation

Folgende Maßnahmen sollen zur Umsetzung kommen:

- Umstellung des Busbeschleunigungssystem auf ein fahrzeugautonomes System (Anzahl der zu übertragenden Meldungen uneingeschränkt, Reduktion der Ortsbaken möglich)
- Ergänzung von Türschließkontakten zur Erhöhung der Erfassungssicherheit und –genauigkeit der Busse
- Ergänzung einer ÖPNV-Priorisierung in die Steuerung von Lichtsignalanlagen
- Bauliche Maßnahmen zu Gunsten der Fahrgeometrie der Busse



Aufgabenstellung

1. Zusammenstellen und Auswerten von vorhandenen Verkehrsdaten: Knotenstromzählungen aus den Jahren 1996, Bundesverkehrszählungen aus den Jahren 2005 und 2010. Die Verkehrsdaten werden zu einer Bestandsbelastung aufbereitet.
2. Zur Analyse der bestehenden Verkehrsqualität wird ein Simulationsmodell für den Innenstadtring aufgebaut. Die sich daraus ergebenden Randbedingungen für den Signalisierungsentwurf werden erläutert.
3. Erarbeiten verkehrstechnischer Signalisierungskonzepte bezogen auf den Einzelknoten am Beispiel von insgesamt 19 Lichtsignalanlagen im Zuge des Innenstadtrings . Die vorhandene Knotenpunktsgeometrie wird überprüft und gegebenenfalls optimiert.
4. Abstimmen von Randbedingungen und Zielvorstellungen mit Politik und Verwaltung als Grundlage für den weiteren Signalisierungsentwurf.

Stand 17.02.2011

5. Entwurf eines Koordinierungskonzeptes für die Lichtsignalanlagen im Zuge des Innenstadtrings.
6. Die Verkehrsqualität für die Signalisierungskonzepte wird ermittelt und der bestehenden Situation vergleichend gegenübergestellt, für:
   - Fußgänger und Radfahrer
   - Kfz-Verkehr koordinierte und nicht koordinierte Zufahrten.
7. Die Ergebnisse der bereits abgeschlossenen Untersuchung für die Buspriorisierung werden nachrichtlich mit aufbereitet.
9. Abstimmung der Signalisierungskonzepte mit Politik und Verwaltung.
10. Ausarbeiten einer Vorzugsvariante in der Entwurfstiefe einer Vorplanung (Festzeitsteuerung) mit vorhandenen bzw. abgeschätzten Zwischenzeiten.
11. Abschließende Präsentation und Erstellung des Schlussberichtes

Randbedingungen: Umlaufzeit

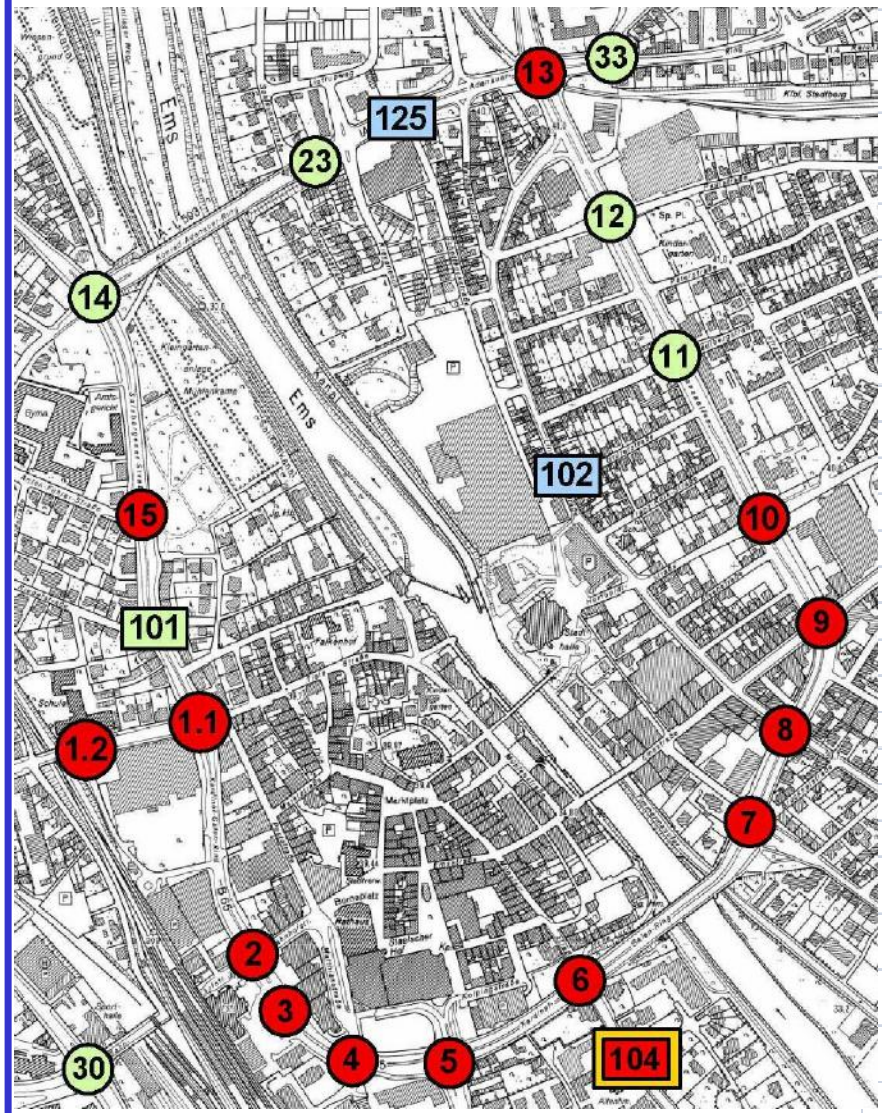
Die Umlaufzeit t_U in einer Signalsteuerung ist der wichtigste Eingangsparameter. Bei der Festlegung der Umlaufzeit sind die Belange **aller** Verkehrsteilnehmer zu berücksichtigen:

1. Leistungsfähigkeit des Kfz-Verkehrs und des ÖPNV
2. Wartezeiten für Fußgänger und Radfahrer
3. Wartezeiten von untergeordneten Kfz-Strömen
4. Koordinierung der Kfz-Ströme (Grüne Welle)
5. Die Umlaufzeit sollte in der Regel zwischen 60 und 90 s liegen
    - Bei Umlaufzeiten > 90 s werden die Fußgängerwartezeiten zu lang.
    - Bei Umlaufzeiten > 90 s werden die Rückstaulängen zu Rotende zu lang.
    - Bei Umlaufzeiten < 60 s wird der Grünzeitanteil zu gering => STAU
6. In koordinierten Zufahrten soll der Sättigungsgrad << 1 sein, ansonsten funktioniert die Koordinierung nicht.

Randbedingungen: Grüne Welle

Die Umlaufzeit tU nach Grüne-Wellen-Bedingungen, d.h. nach dem Teilknotenabstand.

Umlaufzeit $t_U = 7{,}2 * l_{TP} / V$



		Station [m]	TK-Abstand [m]
	LSA14		
	LSA15	263	263
	FSA101	413	150
	LSA1.1	526	113
	LSA2	827	301
	LSA3	902	75
	LSA4	1015	113
	LSA5	1142	128
	LSA6	1330	188
	LSA7	1616	286
	LSA8	1743	128
	LSA9	1886	143
	LSA10	2037	150
	LSA11	2270	233
	LSA12	2450	180
	LSA13	2645	195
	FSA125	2826	180
	LSA23	2946	120
	LSA14	3277	331
		Summe	3277
		Anzahl TK [-]	18
		mittl. TK-Abstand [m]	182
		GW-Geschw. V [km/h]	40
		erf. tU [s]	33

Eine Umlaufzeit von 33 s ist aus Gründen der Leistungsfähigkeit nicht umsetzbar.

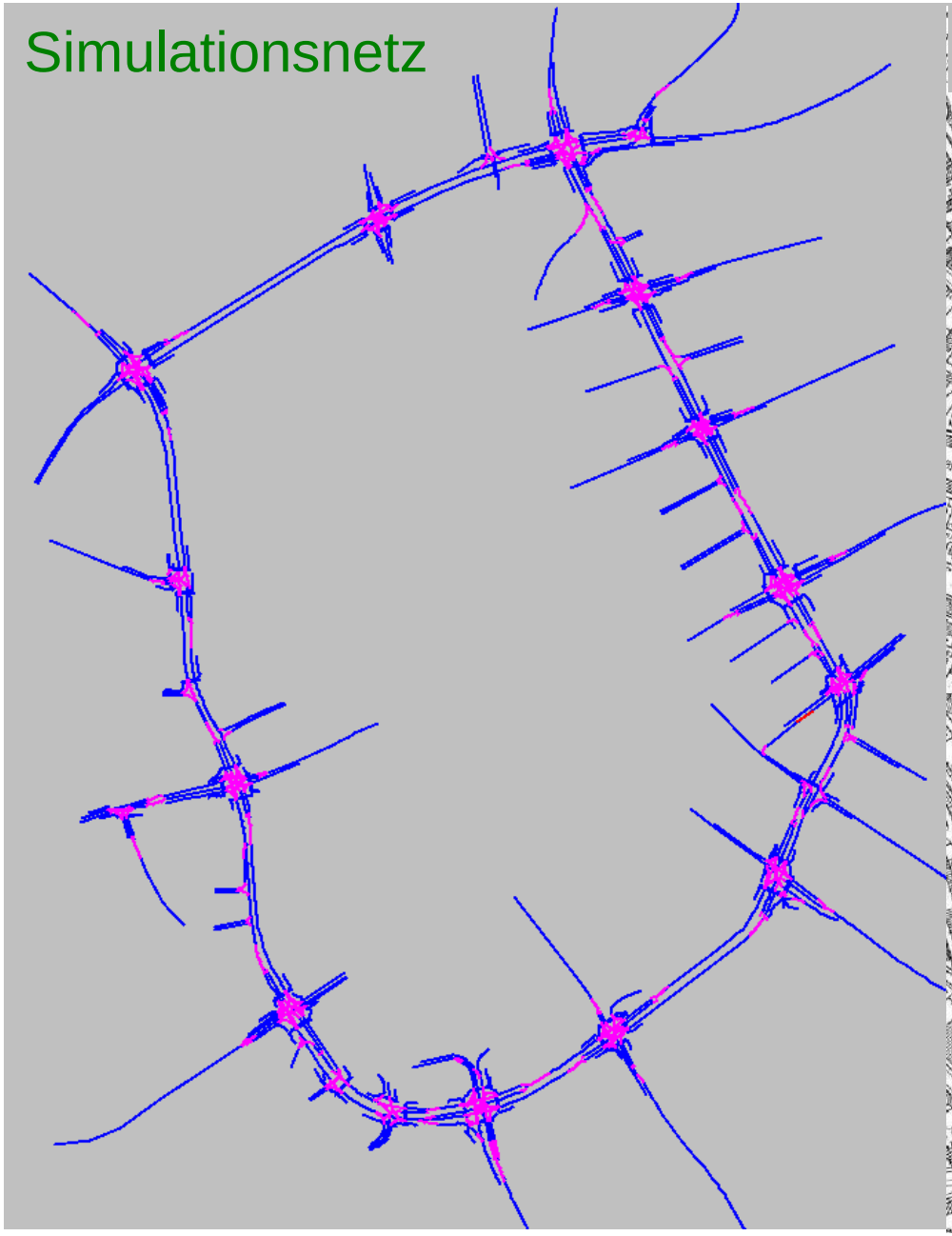
⇒ Das heißt, aus dem Teilknotenabstand ergibt sich **keine** sinnvolle Umlaufzeit.

⇒ Das Schalten einer störungsfreien Grünen Welle für den Ring ist **nicht** möglich.

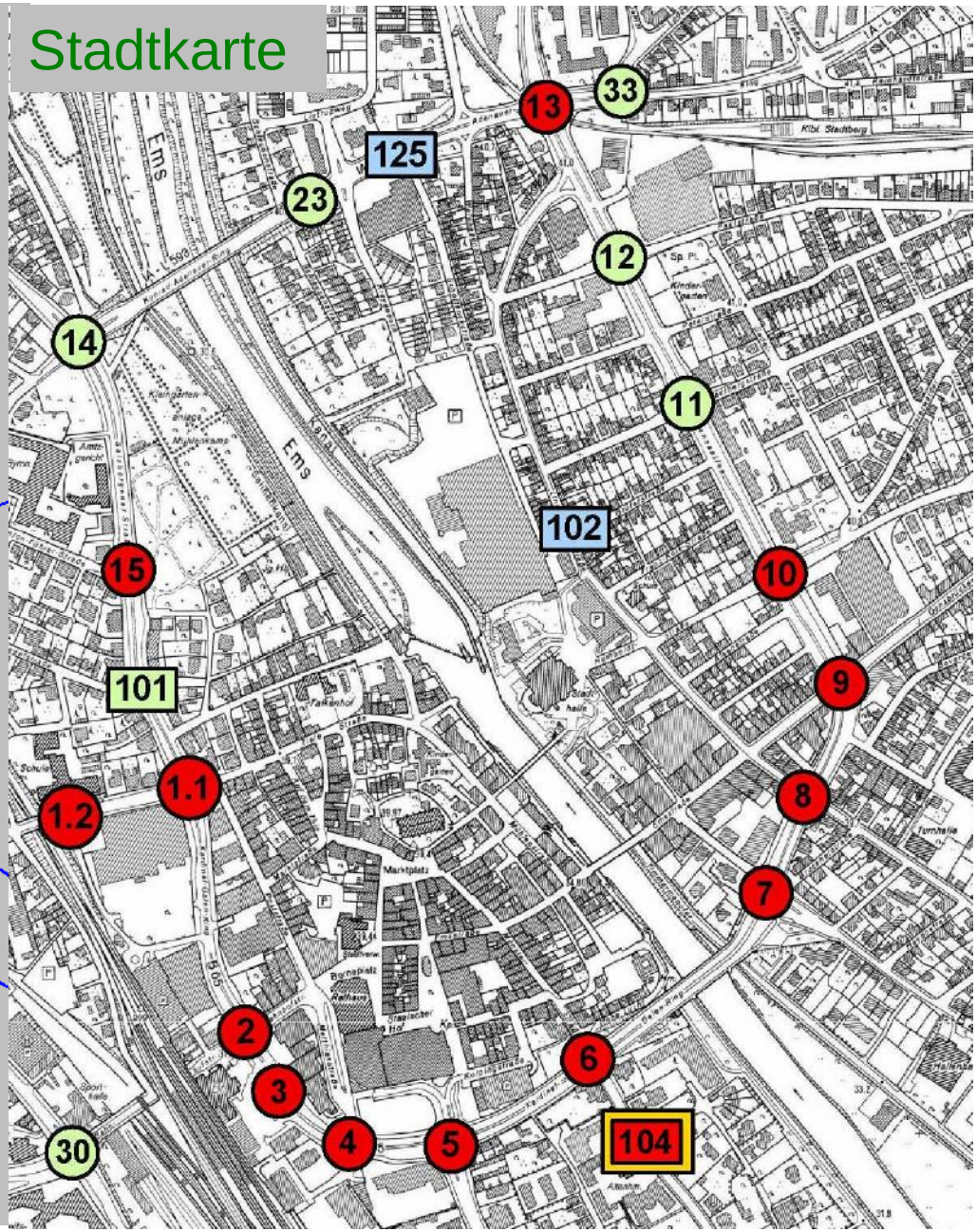
⇒ STRATEGIE: möglichst wenig Halte / Kraftstoffverbrauch in einer Netzkoordinierung

Aufbau einer Simulation zur Beurteilung der bestehenden Situation

Simulationsnetz



Stadtkarte



Video: Übersicht Rheine Ring

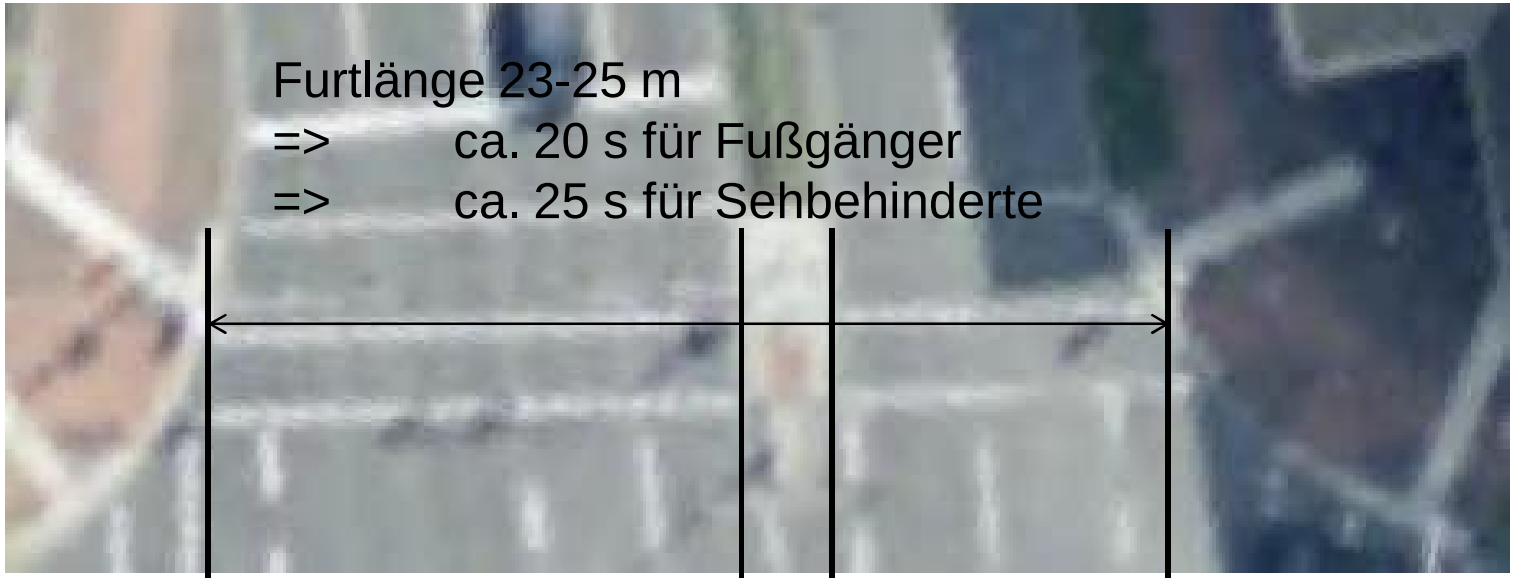
Randbedingungen: Grüne Welle

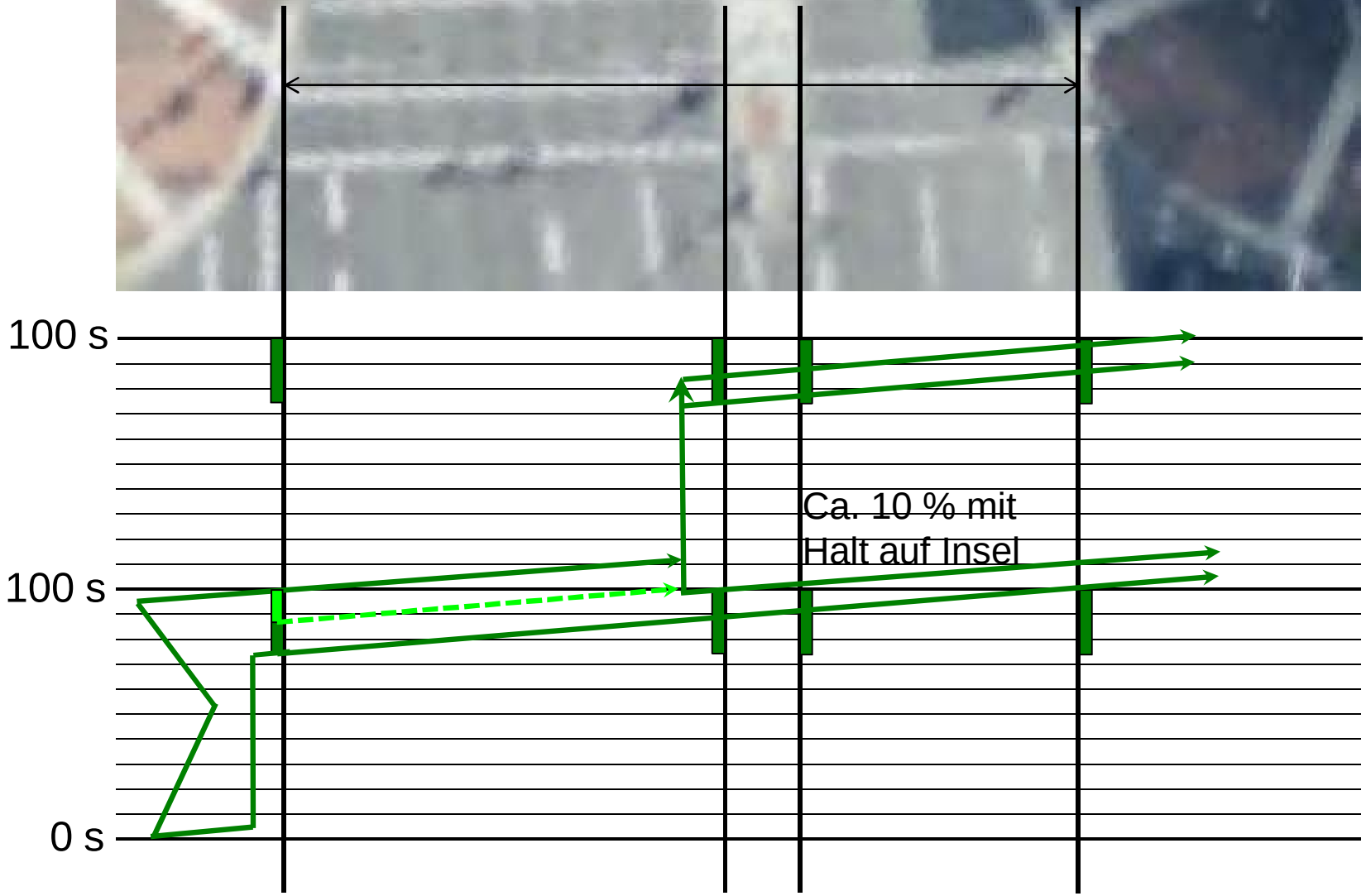
Auswertung der Simulation nach Festzeitsteuerung

von Knoten		nach Knoten	Anteil der Durchfahrten ohne Halt links	gerade-aus	rechts	QSV Welle		von Knoten		nach Knoten	Anteil der Durchfahrten ohne Halt links	gerade-aus	rechts	QSV Welle
13	=>	12	18%	25%	33%	F		13	=>	125		86%	100%	B
12	=>	11	37%	7%	10%	F		125	=>	23		100%		A
11	=>	10	0%	93%	91%	B		23	=>	14	20%	25%	24%	F
10	=>	9	18%	90%	0%	B		14	=>	15		15%	27%	F
9	=>	8		91%		B		15	=>	101		92%	96%	B
8	=>	7	28%	25%		F		101	=>	1	0%	46%	33%	F
7	=>	6	2%	67%	32%	D		1	=>	2	10%	30%	31%	F
6	=>	5	39%	57%	20%	E		2	=>	3		57%		E
5	=>	4	0%	62%		E		3	=>	4		53%	14%	E
4	=>	3		65%		D		4	=>	5	25%	78%	70%	C
3	=>	2	7%	63%	63%	E		5	=>	6	0%	56%	60%	E
2	=>	1	0%	0%	21%	F		6	=>	7	44%	79%	69%	C
1	=>	101		90%		B		7	=>	8		76%	69%	C
101	=>	15	14%	96%		A		8	=>	9	25%	35%	86%	F
15	=>	14	14%	0%	50%	F		9	=>	10	17%	95%	100%	A
14	=>	23	0%	0%	0%	F		10	=>	11	43%	95%	97%	A
23	=>	125		0%		F		11	=>	12	80%	83%	79%	C
125	=>	13	0%	0%	0%	F		12	=>	13	79%	75%	92%	C

=> Im weiteren Planverfahren sollte eine rechnerische Optimierung der Koordinierung erfolgen, da eine Grüne Welle wegen der Teilknotenabstände nicht möglich ist.

Randbedingungen: Querungsbedingungen Fußgänger





Geringere Wartezeiten bei Blockschaltung, keine Halte auf Insel, wenn äußere Signale früher auf Rot geschaltet werden.

Randbedingungen: Umlaufzeit und Verkehrsqualität

Verkehrsqualität der verkehrswichtigen Knotenpunkte im Bestand im Vergleich zu einem optimierten Alternativentwurf:

Bestand: tU = 100 s, Fußgänger mit innerer und äußerer Signalgruppe

- Fußgänger kommen auf den Inseln nicht zum Halt, aber viele Rotlichtverstöße
- Abbiegende Kfz-Fahrer können nicht erkennen, welche Grünzeiten für parallele Fußgänger anstehen.
- Hohe Wartezeiten für Fußgänger.
- keine eindeutige Signalisierung für Sehbehinderte möglich.

Alternativ: tU = 90 s, Fußgänger in Blockschaltung

- hohe Begreifbarkeit, auch für Blinde
- Einzelne Fußgänger (ca. 5-10 %) kommen auf den Inseln zum Halt.
- Abb. Kfz-Fahrer können sehen, ob Grün für parallele Fußgänger ansteht.
- Geringere Wartezeiten für Fußgänger.
- Geringere Staulängen wegen geringerer Sperrzeiten.
- Weniger Rotlichtverstöße

Gegenüberstellung der Verkehrsqualitäten
für die Lichtsignalanlagen mit einer Umlaufzeit von 100s oder mit 90 s

	Bestand tU=100s		Alternativ tU=90s	
LSA-Nr.:	Kfz	Wartezeit FG [s]	Kfz	Wartezeit FG [s]
14	E	42 / 37 / 42 / 39	D	34 /33 / 36 / 25
1.1	F	39 /39 / 43 / 34	F	31 / 32 / 35 / 28
2	F	39 / 41 / 35 / 41	E	32 / 35 / 32 / 35
5	F	29 / 35 / 31 / 38	D	26 / 31 / 29 / 35
9 * Dreiecksinsel unberücksichtigt	D	42 / 22 / 34 / 26	D	35 / 24 / 29 / 26
13 * Dreiecksinsel unberücksichtigt	F	35 / 36 / 37 / 24	D	27 / 34 / 27 / 22

1. Umlaufzeit tU <= 90 s

- In den Spitzenprogrammen reicht eine Umlaufzeit von 90 s aus, um alle Verkehrsströme leistungsfähig abzuwickeln.
- Die Wartezeiten für die schwächeren Verkehrsteilnehmer, wie Radfahrer und Fußgänger, sind dabei niedriger als im Bestand.
- Die Staulängen zu Rotende sind niedriger als im Bestand.
- In der verkehrsarmen Zeit können Umlaufzeiten ab ca. 75 s geschaltet werden.
- Wir empfehlen mind. 4 unterschiedliche verkehrsabhängige Programme, um auf die verschiedenen Belastungszustände reagieren zu können: Morgenspitze (P1 90s), Abendspitze (P2 90 s), Tag (P3 75 s), Nacht (P4 ohne Umlaufzeit, siehe ARSG).
- Denkbar wäre auch eine verkehrsadaptive Steuerung, die das Umschalten zwischen den Programmen verkehrsabhängig über einen zentralen Verkehrsrechner in mehreren Stufen regelt. Die Kosten für die Einführung einer verkehrsadaptiven Steuerung liegen bei ca. 2.000.000 €. **Eine Umsetzung kann zurzeit nicht empfohlen werden.**

Hinweis: Eine Untersuchung der Ruhr-Universität-Bochum an einer Modellachse in Münster (Albersloher Weg) hat gezeigt, dass eine verkehrsadaptive Steuerung eine Verbesserung von bis zu 10 % im Vergleich zu einer herkömmlichen Steuerung erzielen kann. Durch technische Probleme, u.a. bei den zahlreichen Umschaltvorgängen, ist die subjektive Wahrnehmung hinsichtlich der Wirksamkeit bei den Bürgern jedoch stark abweichend.

- In der Nacht empfehlen wir eine Alles-Rot-Sofort-Grün-Steuerung **(ARSG)** für die nicht ausgeschalteten LSA. Sporadischer Verkehr kann dabei ohne Verzögerung sein Grün anfordern, wenn kein konkurrierender Strom Grün hat.

Video: Beispiel ARSG-Steuerung

2. Einführung einer flächendeckenden Blockschaltung für Fußgänger und Radfahrer

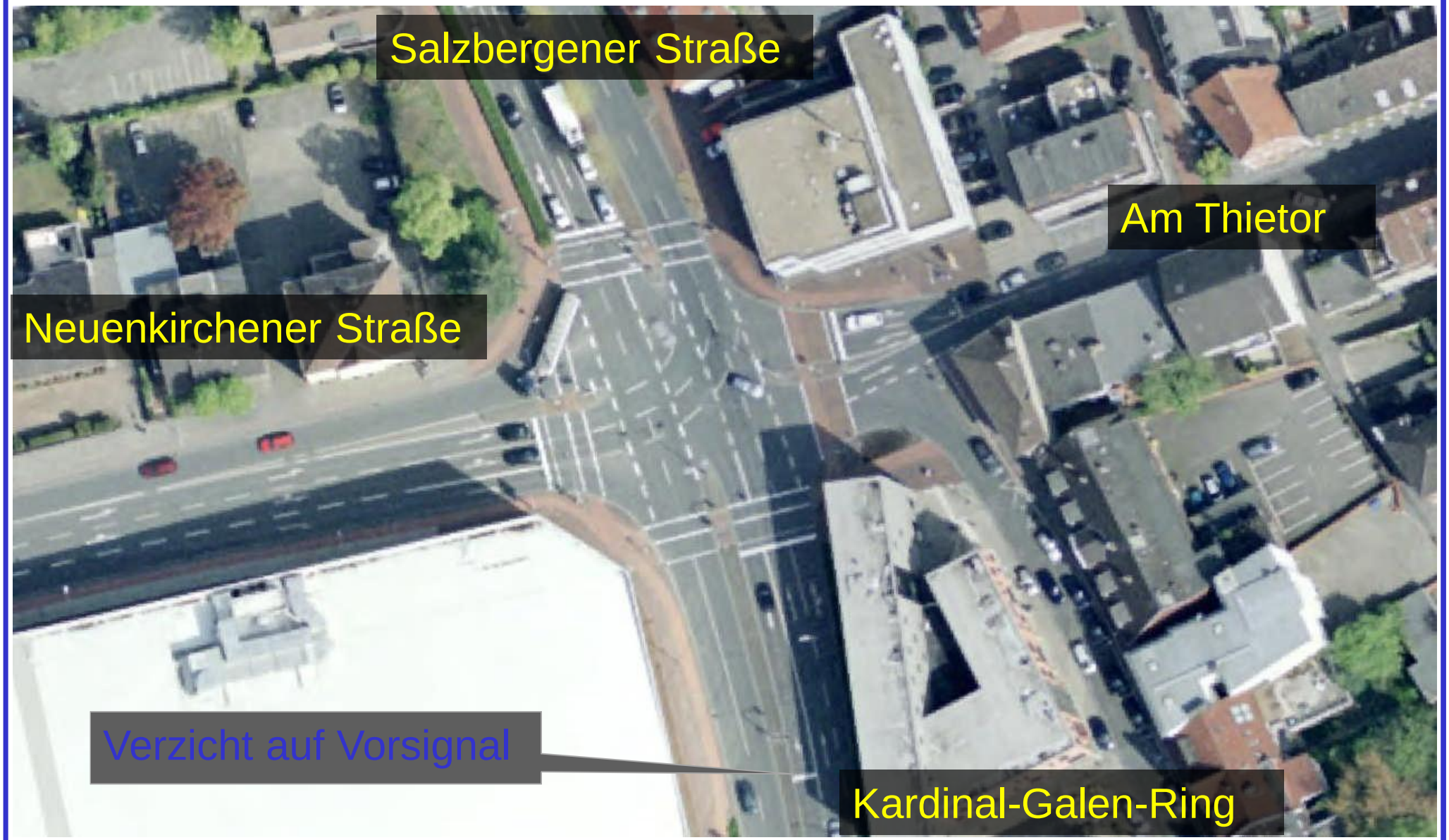
Die Blockschaltung wird in einer Untersuchung zur Verkehrssicherheit in Münster im Auftrage des Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. ausdrücklich empfohlen.

Sie bietet folgende Vorteile:

- hohe Begreifbarkeit, auch für Sehbehinderte
- weniger Rotlichtverstöße
- abb. Kfz-Fahrer können erkennen, ob Grün für parallele Fußgänger ansteht.
- Die Wartezeiten für Fußgänger sind geringer.
- weniger Rotlichtverstöße

ABER: Ein Nachteil der Blockschaltung ist, dass einzelne Fußgänger (ca. 5-10 %) theoretisch auf den Inseln zum Halt kommen. In der Praxis ist dieser Nachteil wenig zu beobachten.

3. LSA 1.1: kein Vorsignal, Umverteilung Grünzeiten



Video: LSA 1.1 Bestand

Video: LSA 1.1 Maßnahmen

4. LSA 2: kein Fußgänger-Grün rundum

Video: LSA 2 Bestand

Video: LSA 2 Maßnahmen

5. LSA 14: Änderung der Spuraufteilung, Grünzeitumverteilung

Video: LSA 14 Bestand

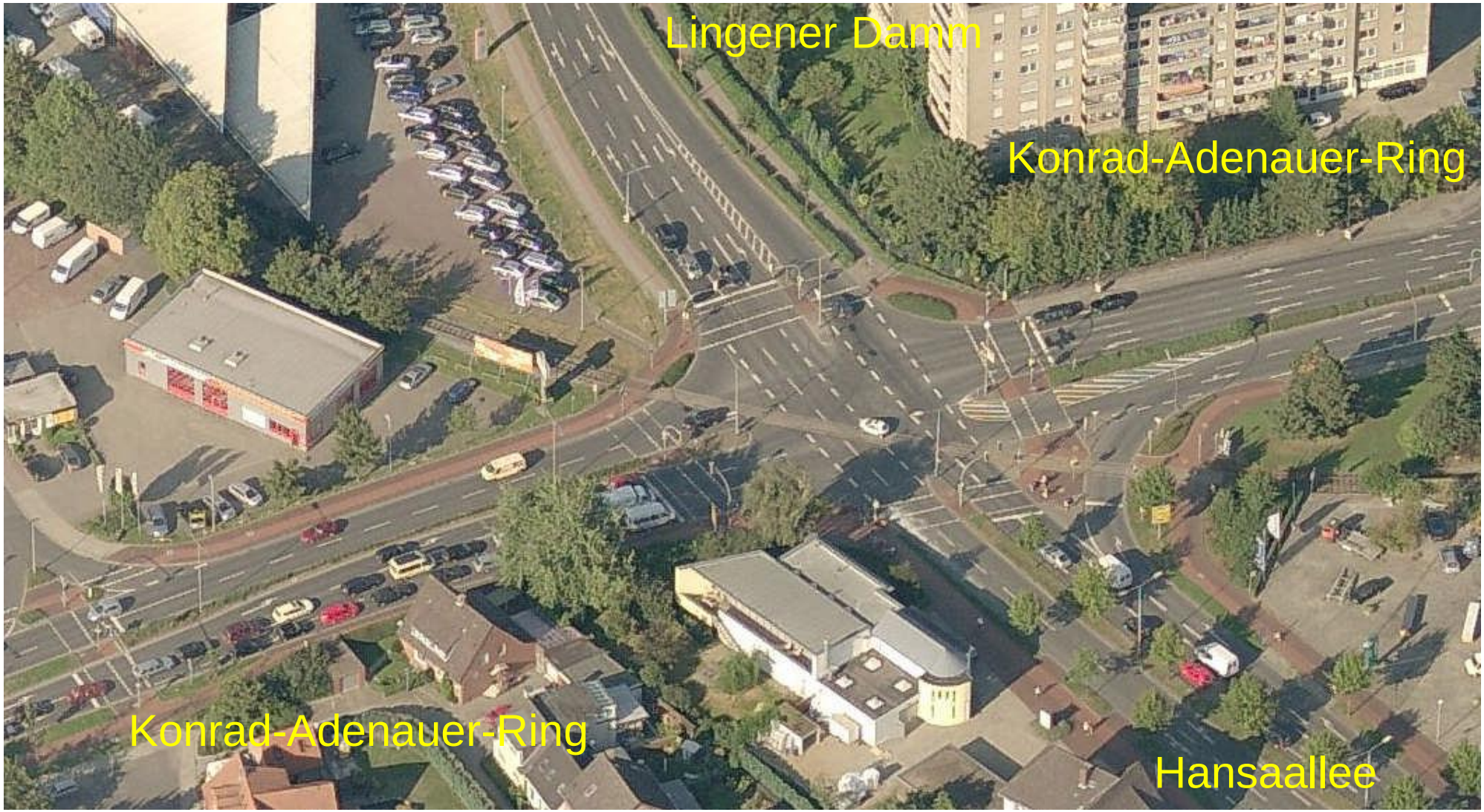
Video: LSA 14 Maßnahmen

6. LSA 9: Ummarkierung der Spuraufteilung Signalgruppe G

Video: LSA 9 Bestand

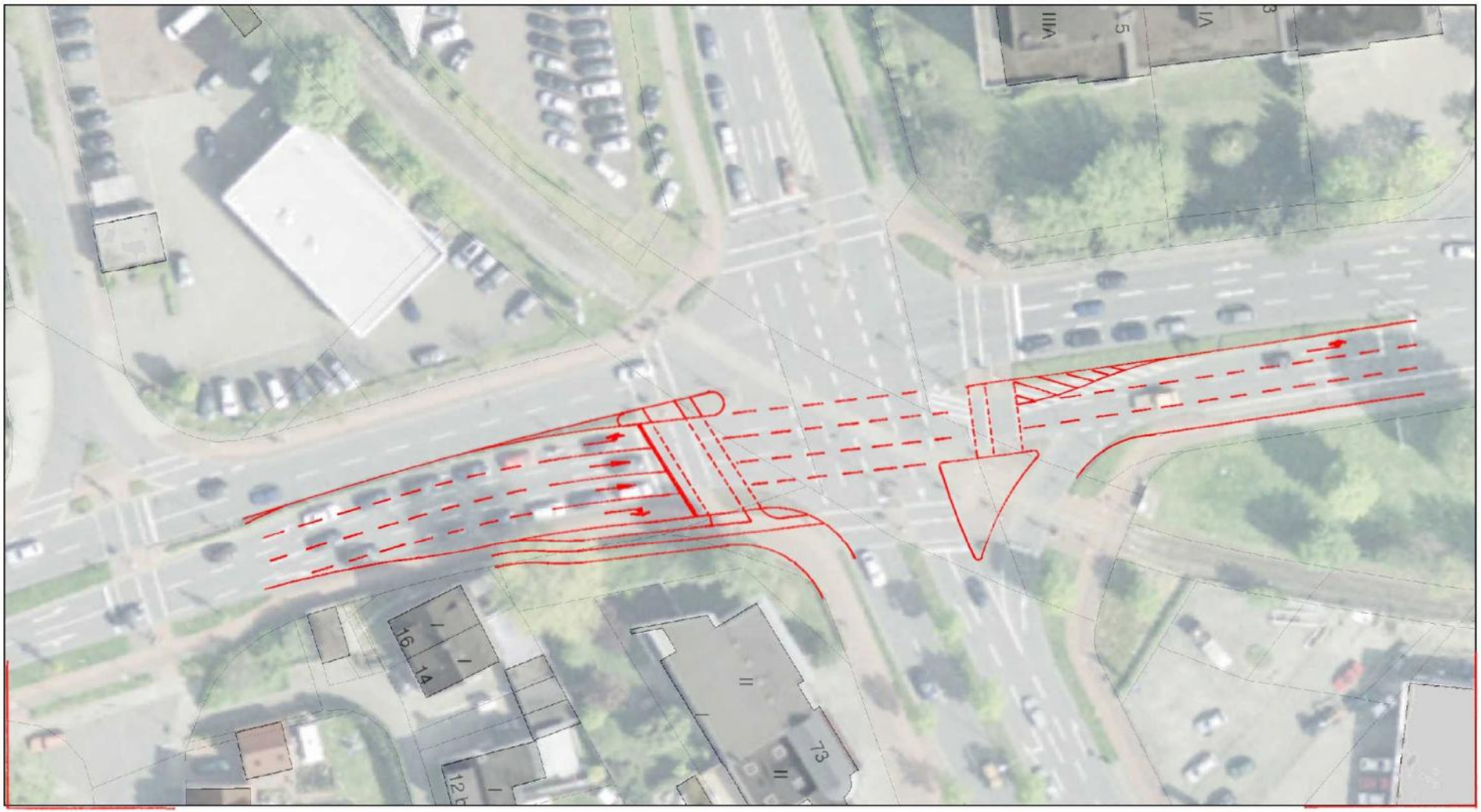
Video: LSA 9 Maßnahmen

7. LSA 13: bauliche Änderung: Spurergänzung, Änderung des Signalisierungskonzeptes



Beobachtung vor Ort: Stau vor LSA 13 Signalgruppe D/E Konrad-Adenauer-Ring, reicht zurück bis vor FSA 125

Bestand



Umbauvorschlag

Video: LSA 13 Bestand

Video: LSA 13 Maßnahmen

Allgemeine Maßnahmen

- Verkürzung der Umlaufzeit auf 90 Sekunden
- Alles-Rot-Sofort-Grün-Steuerung für nachts nicht ausgeschaltete LSA
- Einführung einer flächendeckenden Blockschaltung für Fußgänger und Radfahrer

Fazit

LSA	Maßnahme
1.1	Vorsignal entfällt, Umverteilung der Grünzeiten
2	Kein Fußgänger-Grün rundum
9	Ummarkierung der Spuraufteilung
13	Bauliche Änderungen: Spurergänzung, Änderung des Signalisierungskonzeptes
14	Änderung der Spurverteilung, Grünzeitumverteilung

Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!