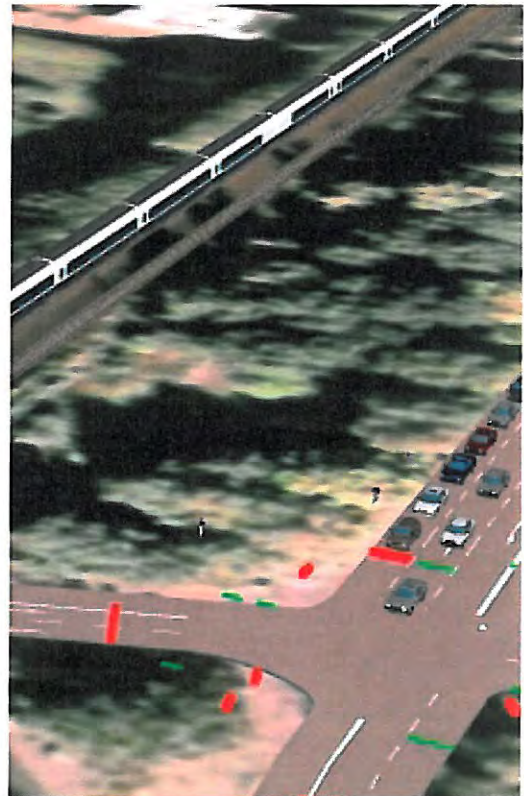
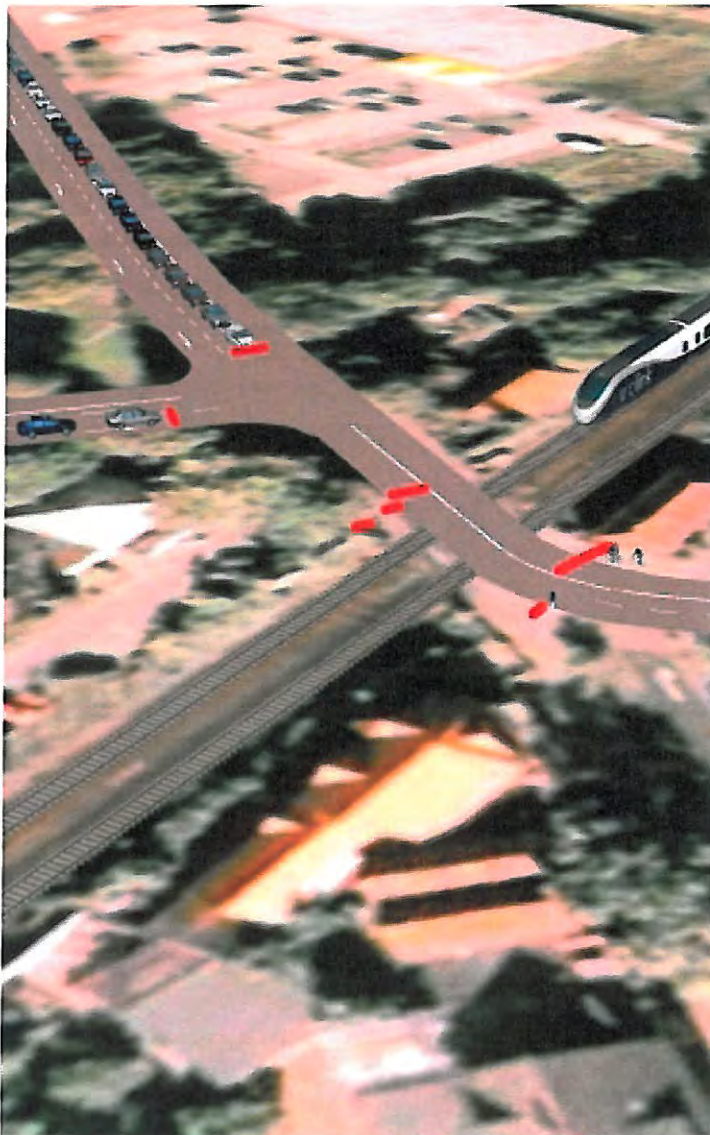




Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnübergangs „Am Stadtrand“

Nachfolgeuntersuchung



Verfasser:
Dr. Brenner Ingenieurgesellschaft mbH
Nordlichtstraße 17
13405 Berlin
Tel.: 030 4177 990
Fax: 030 4177 9933
info.berlin@brenner-ingenieure.de
Ausgabestand: 09.12.2011



Impressum

Auftraggeber

STADT OLDENBURG (OLDB)
Amt für Verkehr und Straßenbau
Fachdienst Verkehrslenkung
26105 Oldenburg (Oldb)
Telefon: (0441) 235 - 0
Telefax: (0441) 235 - 2879
www.oldenburg.de
verkehr@stadt-oldenburg.de

Auftragnehmer

DR. BRENNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Beratende Ingenieure VBI
für Verkehrs- und Straßenwesen
Nordlichtstraße 17
13405 Berlin
Telefon (0 30) 41 77 99-0
Telefax (0 30) 41 77 99-33
Internet: www.brenner-ingenieure.de
E-Mail: info.berlin@brenner-ingenieure.de

Projektleitung

Dipl.-Ing. M. Eirich

Bearbeiter

Dipl.-Ing. H. Jähnig
Dipl.-Ing. J. Stowasser

Berlin, den 09.12.2011

INHALT

TEXT **II**

ANLAGEN **III-V**

TEXT

1.	VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG	1
2.	GRUNDLAGEN UND RANDBEDINGUNGEN	2
	2.1. Maßgebende Knotenstrombelastungen	2
	2.2. Lichtsignalsteuerung	2
	2.3. Nachbildung der Abläufe am Bahnübergang	5
3.	UNTERSUCHUNGSMETHODE	6
	3.1. Simulationsmodell	6
	3.2. Sensitivitätsanalyse	7
4.	SIMULATIONSERGEBNISSE	9
	4.1. Fahrzeiten	9
	4.1.1. Grundszenario 0	9
	4.1.2. Szenario 1	9
	4.1.3. Szenario 2.1	10
	4.1.4. Szenario 2.2	10
	4.2. Rückstaulängen	11
5.	ZUSAMMENFASSUNG	11
6.	QUELLENVERZEICHNIS	12

ANLAGEN

- Anlage 1 Verkehrsbelastungen im Kraftfahrzeugverkehr, Nachmittagsspitzenstunde
- Anlage 2 Lageplan
- Anlage 3.1 Phasenwechselschema - Verkehrsablauf im Normalzustand (Verkehrslaufzustand 0)
- Anlage 3.2 Phasenwechselschema - Verkehrsablauf mit Vollbeeinflussung (Verkehrslaufzustand 1)
- Anlage 3.3 Phasenwechselschema - Verkehrsablauf mit Teilbeeinflussung (Verkehrslaufzustand 2)
- Anlage 3.4 Phasenwechselschema - Verkehrsablauf mit Nachbeeinflussung (Verkehrslaufzustand 3)
- Anlage 4.1 Registerübersicht optischer Signalgeber, TK1: Weißenmoorstraße / Am Stadtrand
- Anlage 4.2 Registerübersicht optischer Signalgeber, TK2: Am Stadtrand / Am Alexanderhaus
- Anlage 5.1 Simulationsergebnisse - Szenario 0, Fahrzeiten der Bezugsfahrzeuge und Erfüllung des Zumutbarkeitskriteriums
- Anlage 5.2 Simulationsergebnisse - Szenario 1, Fahrzeiten der Bezugsfahrzeuge und Erfüllung des Zumutbarkeitskriteriums
- Anlage 5.3 Simulationsergebnisse - Szenario 2.1, Fahrzeiten der Bezugsfahrzeuge und Erfüllung des Zumutbarkeitskriteriums
- Anlage 5.4 Simulationsergebnisse - Szenario 2.2, Fahrzeiten der Bezugsfahrzeuge und Erfüllung des Zumutbarkeitskriteriums
- Anlage 6 Simulationsergebnisse - alle Szenarien, Rückstaulängen

TEXT

1. VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG

Im Stadtgebiet von Oldenburg (Oldb) verläuft heute die noch eingleisige und unelektrifizierte Bahnstrecke als Nord-Süd-Trasse zwischen dem innerstädtischen Hauptbahnhof und den nördlichen Stadtteilen Bürgerfelde und Ofenerdiek. Die mit der baulichen Ertüchtigung der Bahnstrecke im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme des Jade-Weser-Ports in Wilhelmshaven verbundene stärkere Trassennutzung wird zu einer Erhöhung der Zugfrequenzen im Oldenburger Stadtgebiet führen.

Insbesondere im Bereich des Bahnüberganges (BÜ) „Am Stadtrand“ im Stadtteil Ofenerdiek erwartet die Stadt Oldenburg (Oldb) deshalb künftig - durch längere und häufigere Schließzeiten des Bahnüberganges - größere negative Auswirkungen auf den die Gleistrasse querenden Straßenverkehr, als dies gegenwärtig bereits der Fall ist.

In einer vorangegangenen ersten verkehrstechnischen Untersuchung im April 2010 wurden bereits die verkehrlichen Wirkungen hinsichtlich der zu erwartenden Rückstaulängen im Bereich des Bahnüberganges (BÜ) „Am Stadtrand“ mittels einer mikroskopischen Verkehrssimulation für das Bestandsnetz sowie für ein modifiziertes Straßennetz (Idealnetz) ermittelt und ausgewiesen [1].

Nach Abschluss der ersten Untersuchung erfolgte seitens der Deutschen Bahn AG eine Präzisierung der Schrankenschließzeiten, der Zugarten, der Zuglängen und der Zuggeschwindigkeiten. Neben den neuen Randbedingungen im Zugverkehr lagen auch aktuelle Verkehrszählungen im Kfz-Verkehr vor [2]. Die konkretisierten Planungsgrundlagen für den Bereich des Bahnüberganges erlaubten nun in der Simulation eine bessere Abbildung des Zugverkehrs sowie eine realitätsgetreue Nachbildung der zukünftigen verkehrsabhängigen Lichtsignalsteuerung im Straßenverkehr und machten eine Fortsetzung der Untersuchung erforderlich.

Ziel der hier durchgeführten Sensitivitätsanalyse war es, die Häufigkeit der Zugfolge bzw. die Dauer der Schrankenschließzeit bis zum Erreichen der maximal zumutbaren Wartezeit bzw. der zulässigen Rückstaulänge für den Kfz-Verkehr im Bereich

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

des Bahnüberganges zu ermitteln. Die Ergebnisse sind Bestandteil des nachstehenden Berichtes.

2. GRUNDLAGEN UND RANDBEDINGUNGEN

2.1. Maßgebende Knotenstrombelastungen

Die im Rahmen der Verkehrserhebung vom 08.04.2010 und vom 13.04.2011 ermittelten Mengen des Kfz-Verkehrs [2] bildeten die Grundlage der hier durchgeführten mikroskopischen Simulationsuntersuchungen. Aufgrund der höheren Verkehrsbelastungen am Nachmittag beschränken sich die Analysen ausschließlich auf die Nachmittagsspitzenstunde. Die in der Simulation zugrunde gelegten Verkehrsmengen im Kraftfahrzeugverkehr sind in der Anlage 1 dargestellt. Die Modellierung des Busverkehrs erfolgte fahrplangetreu mit den heutigen Haltestellen-Standorten im Straßennetz.

2.2. Lichtsignalsteuerung

Angesichts der räumlichen Nähe zwischen der Lichtsignalanlage des Straßenverkehrs (LSA Weißenmoorstraße / Am Stadtrand / Am Alexanderhaus, LSA 172) und dem zukünftig signaltechnisch geregelten Bahnübergang (BÜ) (vgl. Anlage 2), wird der Einsatz eines BÜSTRA-Adapters zur steuergeräteseitigen Kommunikation beider Anlagen erforderlich, um bei schließendem Bahnübergang einen sicheren Abfluss des Verkehrs zu ermöglichen.

Die im Simulationsmodell implementierte Lichtsignalsteuerung berücksichtigt bereits neben der vollverkehrsabhängigen Abwicklung der Verkehre am Knotenpunkt auch die erforderliche Beeinflussung der Kfz-Ströme infolge der Signalregelung an der Bahnübergangssicherungsanlage (BÜSA) mit dem Ziel, realitätsnahe Fahrabläufe und Verkehrszustände sowohl unmittelbar vor, während und nach der Schrankenschließung abzubilden.

Im Weiteren erfolgt eine kurze Beschreibung der BÜ-bedingten Steuerungsabläufe, wobei hierfür folgende Signale im Simulationsmodell versorgt und beeinflusst wurden:

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

- BÜK1: Sperrsignal für Linksabbieger Weißenmoorstraße in Richtung Am Stadtrand (BÜ)
- BÜK2: Sperrsignal für Rechtsabbieger Ofenerdieker Straße in Richtung Am Stadtrand (BÜ)
- BÜK3: Sperrsignal für Rechtsabbieger Am Alexanderhaus in Richtung Am Stadtrand (BÜ)
- BÜK4: Sperrsignal für Geradeausfahrer Am Stadtrand in Richtung BÜ
- BÜSA1: Sperrsignal am BÜ aus Richtung Ofenerdieker Straße / Weißenmoorstraße
- BÜSA2: Sperrsignal am BÜ aus Richtung Am Stadtrand
- 13K: Sperrsignal für Linksabbieger Am Alexanderhaus Richtung Am Stadtrand
- 15K: Sperrsignal für Rechtsabbieger Am Stadtrand in Richtung Am Alexanderhaus
- KR2: zweifeldiges Rechtsabbiegesignal Am Stadtrand in Richtung Weißenmoorstraße

Die Steuerungslogik und Parameterversorgung wurde unter Berücksichtigung der BÜSTRA-Anforderungen erweitert, um alle verkehrsregelnden Abhängigkeiten und zeitlichen Abläufe an der Lichtsignalanlage sowie alle technischen Sicherungen des Bahnüberganges zu berücksichtigen. Die Signalabläufe im Zusammenhang mit einer zuganforderungsbedingten Schrankenschließung lassen sich wie folgt beschreiben (siehe auch Anlage 3):

- Eingang der Zuganforderung (Sperranweisung an der LSA 172):
 - sofortige Sperrung der Signale BÜK3, BÜK4, 13K und 15K
 - schnellstmöglicher Wechsel in die Querrichtungsphase zur Sperrung der Kfz-Haupttrichtung
 - dann Sperrung der Signale BÜK1 und BÜK2
 - Sicherstellung des Fahrzeugabflusses aus Richtung BÜ durch Schaltung der Phase 4
 - nach Ablauf einer parametrierbaren Versatzzeit (auf Freigabeende von Signal BÜK1) erfolgt eine Sperrung des Signals BÜSA1

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

- nach Ablauf einer parametrierbaren Versatzzeit (auf Freigabeende von Signal BÜK3) erfolgt eine Sperrung des Signals BÜSA2
- nach Ablauf einer parametrierbaren Sperrzeit am Signal BÜSA1 erfolgt eine Freigabe (Dunkelschaltung) der Signale 13K und 15K zur Schaffung zusätzlicher bzw. möglicher Fahrzeugabflüsse

- während der Schrankenschließung (Sperrung der Signale BÜSA1 und BÜSA2):
 - Sperrung aller zum BÜ führenden Straßenverkehrsströme
 - zyklische Freigabe aller übrigen Straßenverkehrsströme
 - keine Bedienung der Phasen 2 und 4
 - keine Bemessungserfassung an den Induktionsschleifen D1, D4 und D5
 - Deaktivierung aller Busanforderungen

- Eingang der Zugabmeldung (Freigabeanweisung an der LSA 172):
 - sofortige Freigabe der Signale BÜSA1 und BÜSA2
 - sofortige Freigabe (Dunkelschaltung) der Signale BÜK1, BÜK2 und BÜK3
 - Freigabe der Bemessungserfassung an den Induktionsschleifen D1, D4 und D5
 - Freigabe aller Busanforderungen
 - Beibehaltung der Sperrung am Signal BÜK4 zum ungehinderten Abfluss der Linksabbieger über BÜ in Richtung Am Alexanderhaus

- Beginn der Nachbeeinflussung zum Stauabbau:
 - schnellstmöglicher Wechsel zur Nachlaufphase 2 mit Freigabe rückgestauter Linksabbieger (Weißenmoorstraße) und Rechtsabbieger (Am Stadtrand)
 - bemessungsabhängige Freigabezeitverlängerung (parametrierbar) der vorgenannten Verkehrsströme in Phase 2

- Ende der Nachbeeinflussung:
 - Rückkehr zum Regelbetrieb
 - Freigabe (Dunkelschaltung) des Signals BÜK4

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

In der Anlage 4.1. und 4.2 sind die für den Teilknoten 1 Weißenmoorstraße / Am Stadtrand und für den Teilknoten 2 Am Stadtrand / Am Alexanderhaus geplanten optischen Signalgeber dargestellt.

2.3. Nachbildung der Abläufe am Bahnübergang

Zur Abbildung der zukünftigen Bahneingriffe und Zusanforderungen wurden seitens der Stadt Oldenburg (Oldb) und der Deutschen Bahn AG entsprechende Prognosewerte und für die Signalsicherung relevante Kennwerte im September und Oktober 2010 zur Verfügung gestellt. Zusammen mit den oben genannten Randbedingungen bildeten sie die Grundlage für die realitätsgetreue Nachbildung der Zugfrequenzen und der Netzbelastungen im Simulationsmodell. Die für den Straßenverkehr zu erwartenden Schrankenschließzeiten bzw. signalisierten Sperrzeiten sind von folgenden Faktoren abhängig:

- der Art des Zuges (Personenzug, Güterzug)
- der Fahrtrichtung des Zuges (Oldenburg (OLDB) ↔ Wilhelmshaven)
- der maximal zulässigen Fahrgeschwindigkeit des Zuges
- der Zuglänge
- der zeitlichen Verteilung der Zusanforderungen (Taktzeit)

Daraus resultieren unterschiedliche Zugannäherungszeiten an der Straßenquerungsstelle, die bei der LSA-/BÜSTRA-Steuerung und der Regelung der Bahnübergangssicherungsanlage (BÜSA) im Vorfeld berücksichtigt werden müssen. Zudem hat anschließend die Fahrgeschwindigkeit und die Zuglänge entscheidenden Einfluss auf die eigentliche Räumzeit (Passierzeit) des Zuges an der Straßenquerungsstelle. Die Zeitdauer von der Zugquerung bis zur vollständigen Freigabe der Straße (Senkrechtstellung der Schrankenbäume bzw. Aufhebung der signalisierten Sperrung) wurde zugunabhängig mit einem konstanten Wert (Dauer = 15 sec) angesetzt.

Folgende stündliche Zugbelastungen wurden je Richtung im Grundscenario 0 berücksichtigt:

- 1 Reisezug; 100 m Länge; v_{\max} 120 Km/h
- 2 Güterzüge; je 700 m Länge; v_{\max} 80 Km/h

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

Demnach muss vom Eingang der Zugsanmeldung (t_1 Sperr) bis zum Zeitpunkt der Straßenfreigabe (t_2 Frei) mit folgenden Bruttozeiten gerechnet werden:

Fahrtrichtung Oldenburg (OLDB) → Wilhelmshaven

- Reisezug 101 sec
- Güterzug 197 sec

Fahrtrichtung Wilhelmshaven → Oldenburg (OLDB)

- Reisezug 114 sec
- Güterzug 217 sec

Nach Eingang (Registrierung) der Zugsanmeldung wird, unter Berücksichtigung des aktuellen Signalisierungs- und Phasenbildes der Straßen-LSA, unverzüglich die Räumung des Bahnüberganges eingeleitet und die Sperrung für die zum Bahnübergang zufließenden Verkehrsströme veranlasst. Die vorgenannten Zeitdauern und insbesondere die enthaltenen Anmeldevorlaufzeiten sind dabei so bemessen, dass auch der ungünstigste Anforderungszeitpunkt abgedeckt ist und jederzeit eine rechtzeitige BÜ-Sperrung gewährleistet wird, ohne dass ein Zug dadurch am Vor- oder Hauptsignal eine Behinderung erfährt.

3. UNTERSUCHUNGSMETHODE

3.1. Simulationsmodell

Die Untersuchung erfolgte mit Hilfe eines mikroskopischen Simulationssystems (VISSIM 5.3) [3], um eine transparente und verständliche Nachbildung des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV), des Schienengüterverkehrs (SGV), des Individualverkehrs (Kfz-, Fußgänger- und Radverkehr) und des öffentlichen Personennahverkehrs (Busverkehr) im zu untersuchenden Gebiet zu erreichen und eine gegenüber den herkömmlichen Berechnungsverfahren (z. B. HBS-Verfahren) bessere Bewertungsmethode zu schaffen.

Das verwendete Simulationsnetz basiert auf ein Modell einer vorangegangenen Untersuchung und enthält am betrachteten Knotenpunkt unendlich lange Abbiegespu-

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

ren (modifiziertes Straßennetz) [1]. Neben der Knoten- und Streckentopografie wurden hierbei die gesetzten Messquerschnitte zur Erfassung der Rückstaulängen, die zulässigen Geschwindigkeitsregelungen im Kfz-Verkehr sowie die gesetzten Querverkehrsstörungen zur Definition der Vorfahrtsregelung unverändert übernommen.

Neu versorgt bzw. modelliert wurden:

- die Verkehrsmengen in der Nachmittagsspitzenstunde,
- die LSA-Steuerung inkl. der Bahnübergangssicherungsanlage (BÜSA),
- die Schrankenschließzeiten und Schließdauern.

3.2. Sensitivitätsanalyse

Ziel der hier durchgeführten Untersuchung war es, die verkehrlichen Auswirkungen eines erhöhten Schienenverkehrsaufkommens gegenüber dem Grundszenario 0 zu ermitteln. Insbesondere sollte mithilfe der Simulation geklärt werden, wie viele Zugquerungen am Bahnübergang in einer Stunde bis zum Erreichen einer maximal zumutbaren Wartezeit bzw. bis zum Erreichen einer zulässigen Rückstaulänge im Kfz-Verkehr möglich sind. Die Grenze der Zumutbarkeit wird erreicht bzw. überschritten, wenn aufgestaute Fahrzeuge in den maßgebenden Zufahrten zweimal von einer Schrankenschließung betroffen sind (Zumutbarkeitskriterium). Untersucht wurden hierbei folgende Verkehrsströme:

- Rechtsabbieger in der Ofenerdieker Straße,
- Linksabbieger in der Weißenmoorstraße,
- Geradeausfahrer in der Straße Am Stadtrand und
- Rechtsabbieger in der Straße Am Alexanderhaus.

Bei der hier durchgeführten Sensitivitätsanalyse fand eine Grenzbetrachtung der Fahrzeiten und der Rückstaulängen im Kfz-Verkehr bei schrittweiser Anhebung der Zugdichte statt. Am Ende einer Schrankenschließung wurde zu diesem Zweck das jeweils letzte Kraftfahrzeug im Rückstau erfasst und dessen benötigte Fahrzeit bis zum Passieren des Bahnübergangs gemessen. Die Grenze der Zumutbarkeit wird erreicht bzw. überschritten, wenn dieses Fahrzeug den Bahnübergang vor der nächsten Schrankenschließung nicht passieren kann (gemessene Fahrzeit > Dauer

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

der Schrankenöffnung). Demgegenüber wird das Zumutbarkeitskriterium erfüllt, wenn das letzte (während der Schrankenschließung aufgestaute) Fahrzeug den Bahnübergang vor der nächsten Schrankenschließung überquert (gemessene Fahrzeit \leq Dauer der Schrankenöffnung).

Neben den Fahrzeiten konnten mithilfe der Simulation auch Aussagen über die mittleren und maximalen Rückstaulängen sowie über die sogenannten 95%-Rückstaulängen getroffen werden. Unter der 95%-Rückstaulänge versteht man die Länge des Rückstaus, die in 95% aller Signalumläufe nicht überschritten wird. Das für die Ermittlung der Rückstaulängen verwendete idealisierte Straßennetz erlaubt eine selektive Staulängenmessung für all die Fahrzeuge, die in Verbindung mit der Bahnübergangsquersung stehen.

In Absprache mit der Stadt Oldenburg (Oldb) wurden die nachstehenden Szenarien mit verschiedenen stündlichen Zugbelastungen untersucht (siehe auch Pkt. 2.3):

Grundszenario 0

- 2 Personenzüge
- 4 Güterzüge
- keine Parallelfahrten (d. h., keine zeitgleichen Querungen zweier gegenläufiger Züge während eines Schrankenschließungsvorganges)

Szenario 1

- 2 Personenzüge
- 6 Güterzüge
- keine Parallelfahrten

Szenario 2.1

- 2 Personenzüge
- 8 Güterzüge
- keine Parallelfahrten

Szenario 2.2

- 2 Personenzüge
- 8 Güterzüge

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

- teilweise zeitversetzte Parallelfahrten

Der betrachtete Untersuchungszeitraum von einer Stunde begann im Simulationssystem mit der Simulationssekunde 1.800 und endete mit der Simulationssekunde 5.400. Jedes Szenario wurde insgesamt mit 50 Simulationsläufen bei unterschiedlichen Startzufallszahlen untersucht und die Messwerte der Simulation entsprechend gemittelt. Die nachfolgenden Aussagen beschreiben stets einen repräsentativen Fall, der die Ergebnisse des Mittelwertes widerspiegelt.

4. SIMULATIONSERGEBNISSE

4.1. Fahrzeiten

4.1.1. Grundszenario 0

Das Ergebnis der Analyse für 6 stündliche Zugquerungen ist in der Anlage 5.1 dargestellt. Es zeigt, dass alle während der Schrankenschließung aufgestauten und am Ende des Rückstaus gemessenen Fahrzeuge den Bahnübergang bereits deutlich vor der nächsten Schrankenschließung passieren konnten. Am längsten benötigte das Fahrzeug in der Zufahrt Am Stadtrand nach der zweiten Schrankenöffnung mit einer Fahrzeit von 159 s. Trotz des hohen Wertes verblieben noch 224 s bis zur nächsten Schrankenschließung. Der geringste zeitliche Abstand bis zur nächsten Schrankenschließung betrug 153 s und konnte bereits nach der ersten Schrankenöffnung in der Zufahrt Am Alexanderhaus registriert werden.

4.1.2. Szenario 1

Insgesamt 8 stündliche Zugquerungen führten insbesondere in der Ofenerdieker Straße zu einer deutlichen Wartezeiterhöhung beim Überqueren des Bahnüberganges (vgl. Anlage 5.2). In den anderen Zufahrten sind gegenüber dem Szenario 0 im Mittel geringere Zunahmen in den Fahrzeiten bzw. Wartezeiten am Bahnübergang zu verzeichnen. Durch den flexiblen Verkehrsablauf an der Einmündung Am Stadtrand / Am Alexanderhaus können große Schwankungen in den Fahrzeiten bzw. Wartezeiten am Bahnübergang entstehen (Fahrzeiten von 18 s bis 279 s). Aufgrund

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

dessen konnte im Szenario 1 bereits für einen Fall eine Zumutbarkeitsüberschreitung festgestellt werden, wobei das betrachtete Fahrzeug (Bezugsfahrzeug) aus der Zufahrt Am Alexanderhaus nach der fünften Schrankenöffnung den Bahnübergang nicht vor der nächsten Schrankenschließung passieren konnte. Abgesehen von diesem Ereignis wurde das Zumutbarkeitskriterium für alle anderen betrachteten Fahrzeuge (Bezugsfahrzeuge) in dieser und in den anderen Zufahrten erfüllt.

4.1.3. Szenario 2.1

Bei insgesamt 10 Schrankenschließungen pro Stunde konnte in insgesamt 12 Fällen das Zumutbarkeitskriterium nicht erfüllt werden (vgl. Anlage 5.3). Während die betrachteten Fahrzeuge (Bezugsfahrzeuge) aus den Zufahrten Ofenerdieker Straße und Weißenmoorstraße den Bahnübergang in allen Fällen noch im zumutbaren Rahmen passierten, waren insgesamt 8 von 9 Bezugsfahrzeuge aus der Zufahrt Am Alexanderhaus von mehr als einer Schrankenschließung betroffen. Die dort gemessenen Fahrzeiten variierten von 139 s bis 836 s. In der Zufahrt Am Stadtrand war für etwa 45% der Bezugsfahrzeuge die Grenze der Zumutbarkeit überschritten.

4.1.4. Szenario 2.2

Die Zugbelastung blieb zwar gegenüber dem Szenario 2.1 unverändert, jedoch wurde die zeitliche Verteilung der jeweiligen Zugeinspeisungen so variiert, dass es in drei Fällen pro Stunde zu einer teilweisen zeitlichen Überlappung von gemeinsamen Zugquerungen am Bahnübergang kam, die mit einer längeren Schrankenschließung (1 x 299 s statt 1 x 217 s und 1 x 197 s) abgewickelt werden konnten. Damit sank die absolute Anzahl der stündlichen Schrankenschließungen von 10 auf 7 und somit auch die stündliche Summe der Sperrzeiten am Bahnübergang für den Straßenverkehr.

Wie die in der Anlage 5.4 dargestellten Ergebnisse belegen, wurden - mit der Realisierung von Parallelfahrten bei identischer Zuganzahl im Vergleich zum Szenario 2.1 - wesentlich günstigere Rückstau- und Wartezeitverhältnisse gemessen.

Die prinzipiell zu erwartenden und für den Straßenverkehr vorteilhafteren Ergebnisse sind im Szenario 2.2 maßgeblich der optimalen zeitlichen Verteilung der Zugquerun-

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

gen bzw. der Zugankünfte am Bahnübergang geschuldet. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich in der Praxis diese Parallelfahrten eher mit geringer Wahrscheinlichkeit ereignen werden und eine gezielte Taktung der Züge zur Schaffung reduzierter Schrankenschließungen und Schrankenschließdauern höchstwahrscheinlich nicht zu erwarten ist. Das Szenario diene lediglich der theoretischen Betrachtung zur quantitativen Abschätzung der Auswirkungen auf den Straßenverkehr.

4.2. Rückstaulängen

Die in der Anlage 6 dargestellte Tabelle gibt für alle Szenarien einen Überblick über die mittleren und maximalen Rückstaulängen der den Bahnübergang querenden Verkehrsströme in den 4 relevanten Knotenpunktzufahrten. Zudem wurden, wie bereits eingangs erwähnt, ebenfalls die 95%-Rückstaulängen ausgewiesen.

Auch bei den Rückstaumessungen ist ein nachvollziehbarer Zusammenhang zwischen den Staulängen und den Zugfrequenzen erkennbar. Erwähnenswert sind die reduzierten Werte im Szenario 2.2, bedingt durch die geringeren Schrankenschließungen und längeren Freigabezeiten für den Straßenverkehr am Bahnübergang.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassend lässt sich unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung Folgendes für den Bahnübergang „Am Stadtrand“ in Oldenburg (Oldb) festhalten:

- Mithilfe der Verkehrssimulation konnten unter Berücksichtigung prognostizierter Schrankenschließzeiten und künftiger signaltechnischer Abhängigkeiten zwischen der Lichtsignalanlage des Straßenverkehrs und dem signalisierten Bahnübergang (Bahnübergangssicherungsanlage) die zu erwartenden Auswirkungen im Straßenverkehr ermittelt und bewertet werden.
- Die mit der Deutschen Bahn AG abgestimmte prognostizierte stündliche Zugbelastung am Bahnübergang „Am Stadtrand“ wurde mit zwei Personenzügen (Länge = 100 m; $v_{\max.} = 120$ km/h) und vier Güterzügen (Länge = 700 m; $v_{\max.} = 80$ km/h) angesetzt und dem Szenario 0 zugeordnet.

- Zur Abschätzung der Auswirkungen im Straßenverkehr erfolgte eine schrittweise Anhebung der stündlichen Zugbelastung um zwei Güterzüge. Erwartungsgemäß ist mit zunehmender stündlicher Zuganzahl und Schrankenschließhäufigkeit gleichermaßen auch eine spürbare Erhöhung der Wartezeiten und der Rückstaulängen am Bahnübergang zu verzeichnen.
- Bei 10 Zügen pro Stunde (Szenario 2.1) muss mit einer sehr hohen Überschreitung der zumutbaren Wartezeiten am Bahnübergang gerechnet werden. Insbesondere in der Zufahrt Am Alexanderhaus und in der Zufahrt Am Stadtrand können während der Schrankenschließung aufgestaute Fahrzeuge den Bahnübergang nicht vor der nächsten Schrankenschließung überqueren (Zumutbarkeitskriterium). Einige Verkehrsteilnehmer sind somit von mehr als einer Schrankenschließung betroffen. Jede weitere Erhöhung der Zugfrequenz - ohne Berücksichtigung von wünschenswerten Parallelfahrten im Bahnübergang - führt zu einer stärkeren negativen Beeinflussung auf die Rückstauverhältnisse und die Wartezeiten im Straßenverkehr.
- Auch bei weniger als 10 Zügen pro Stunde (siehe Szenario 1 mit 8 Zügen pro Stunde) können die Grenzen der zumutbaren Wartezeiten im Nachmittagsspitzenverkehr bereits erreicht werden. Entscheidend hierfür sind die Zugabstände und die damit verbundenen Schrankenschließungen. Bei einer dichten Zugfolge mit einer Schrankenöffnung unter 3 Minuten ist eine hohe Wahrscheinlichkeit zur Überschreitung der Zumutbarkeitsgrenze im Nachmittagsspitzenverkehr gegeben.

6. QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Dr. Brenner Ingenieurgesellschaft mbH: Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“, 1. Fertigung, Berlin, 30.04.2010

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges „Am Stadtrand“

[2] Stadtverwaltung Oldenburg (Oldb): Verkehrszählung an der LSA 172, Teilknoten 1 vom 13.04.2010 und Teilknoten 2 vom 08.04.2010

[3] PTV System AG Karlsruhe: VISSIM 5.3, Software für die mikroskopische Simulation von Verkehrsabläufen

Berlin, 09.12.2011

DR. BRENNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

i. A. Dipl.-Ing. Jörg Stowasser

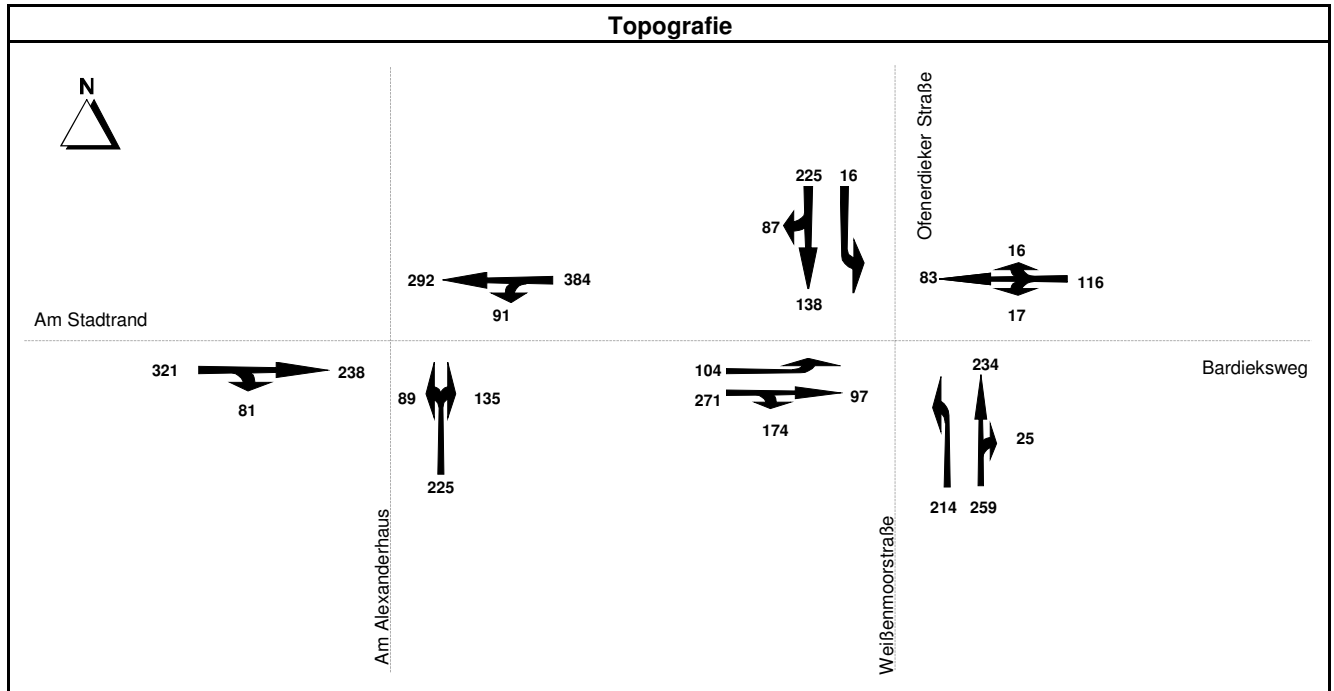
i. A. Dipl.-Ing. Heiko Jähmig

ANLAGE 1



Verkehrsbelastungen im Kraftfahrzeugverkehr

Nachmittagsspitzenstunde
 aus Verkehrszählung¹⁾ vom 13.04.2010 (LSA172) und 08.04.2010 (Einm.)



Hinweis:

¹⁾ Quelle: Stadtverwaltung Oldenburg (Oldb.)

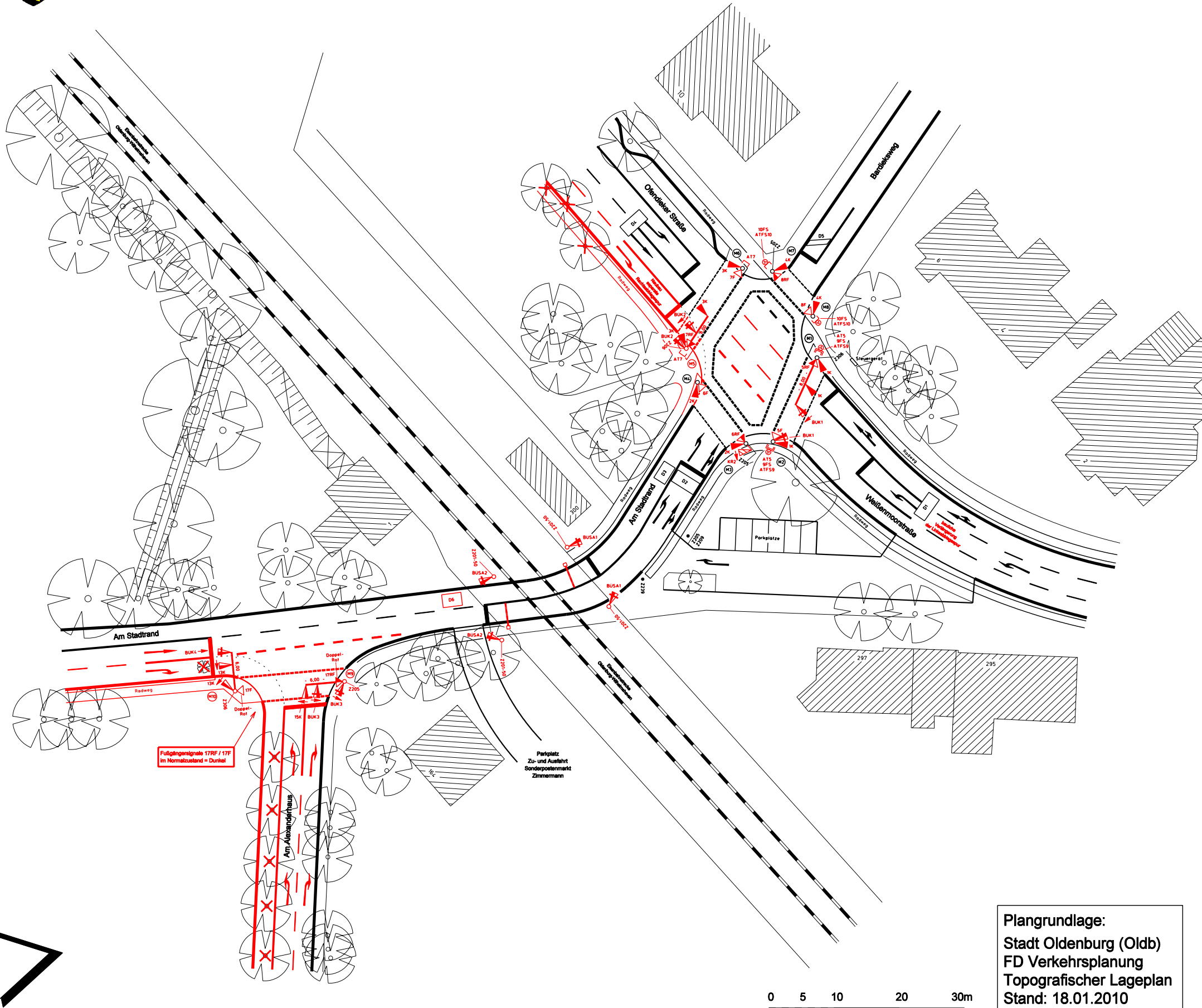
ANLAGE 2





STADT OLDENBURG (OLDB)

Simulation der Verkehrsabläufe im Bereich des Bahnüberganges "Am Stadtrand"



LAGEPLAN:

Weißmoorstraße / Am Stadtrand / Am Alexanderhaus, LSA 172

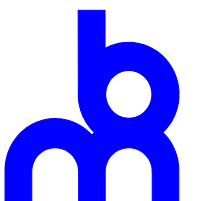
Zeichenerklärung:

- ◀ Fahrzeugsignal
- ▶ Fahrzeugsignal mit Richtungspfeil rechts (2-feldig), ROT-GELB
- ◀ Fahrzeugsignal mit Richtungspfeil links (2-feldig), (ROT-GELB)
- ▶ BÜ-Signal mit Kontrastblende (2-feldig), (ROT-GELB)
- ▶ Kfz-Signal mit Richtungspfeil rechts (2-feldig), GELB-GRÜN
- ◀ Fußgängersignal
- ▶ kombiniertes Fußgänger- und Radfahrersignal
- ▶ Fußgängeranforderstaster mit integrierter Sehbehindertenanforderung und taktilem Signal (Vibrationsplatte)
- ▶ Sehbehindertenanforderstaster mit taktilem Signal (Vibrationsplatte)
- ▶ Anforderstaster
- Sicherung BÜ über zugesteuerte Halbschrankenanlage
- ◻ Induktionsschleife

Anlage 2

Plangrundlage:
Stadt Oldenburg (Oldb)
FD Verkehrsplanung
Topografischer Lageplan
Stand: 18.01.2010

DR. BRENNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Berlin

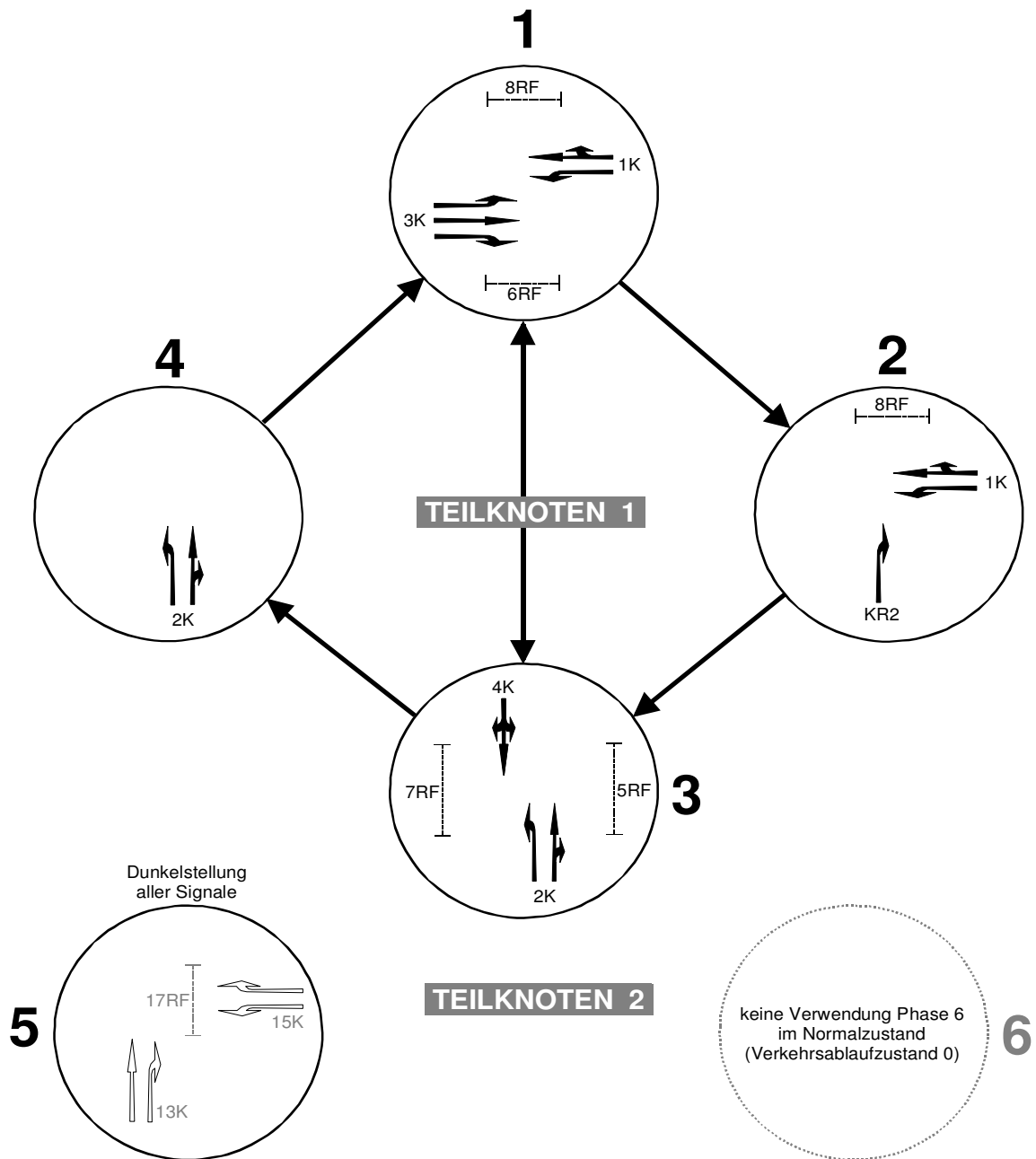


ANLAGE 3



Phasenwechselschema

Verkehrsablauf im Normalzustand (Verkehrsablaufzustand 0)

**Erläuterungen:**

Normalzustand (Verkehrsablaufzustand 0): keine Zuganmeldung; von BÜSA unbeeinflusster LSA-Ablauf

Teilknoten 1:

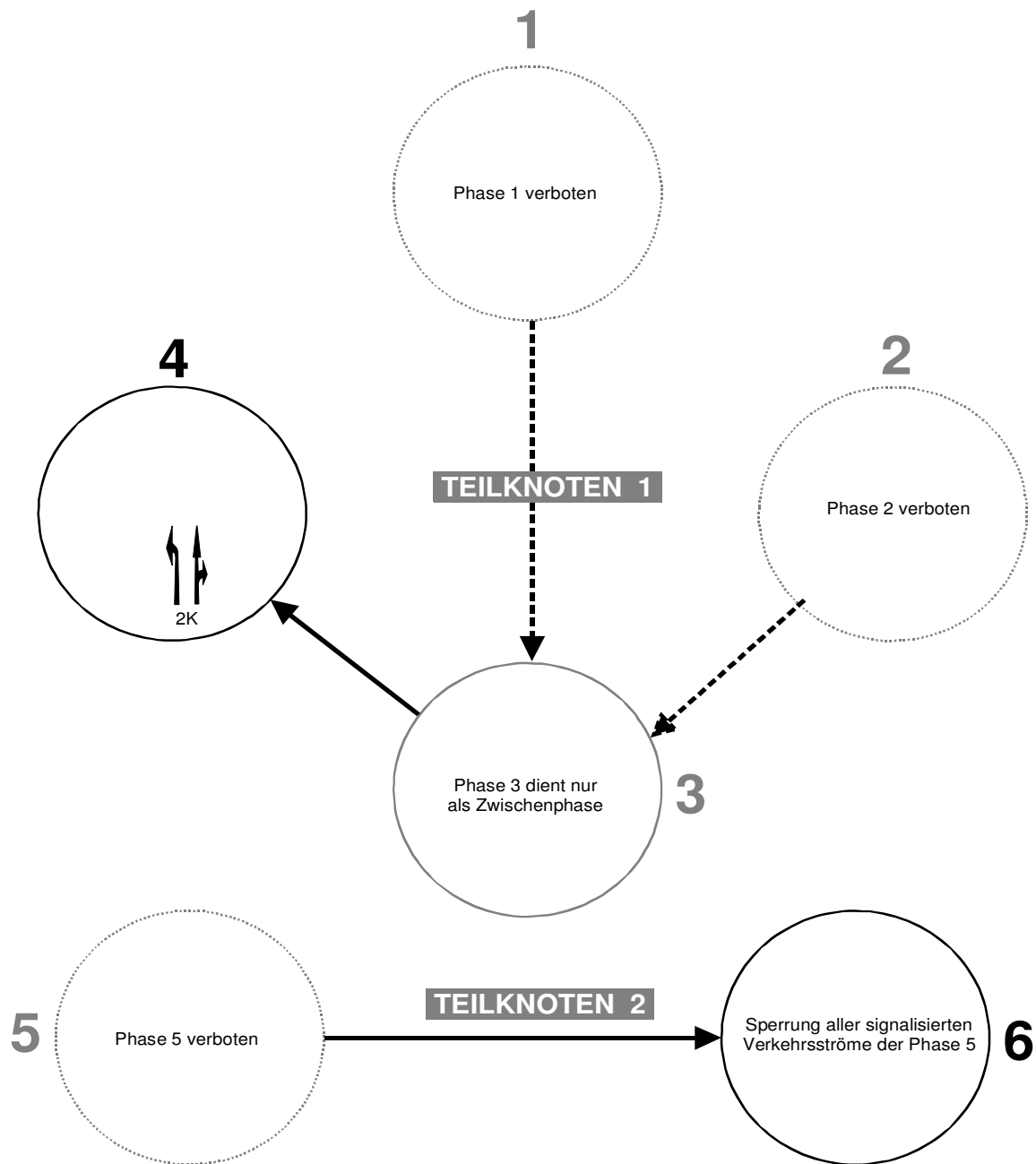
- Phase 1: bemessungsabhängige Bedienung der Hauptrichtung (Standphase)
- Phase 2: rückstauabhängige Nachlaufschaltung der Linksabbieger 1K
- Phase 3: anforderungsabhängige Bedienung der Querrichtung
- Phase 4: rückstauabhängige Nachlaufschaltung der Zufahrt "Am Stadtrand"

Teilknoten 2:

- Phase 5: Bedienung der Hauptrichtung (Standphase mit Dunkelstellung aller Signale)

Phasenwechselschema

Verkehrsablauf mit Vollbeeinflussung (Verkehrsablaufzustand 1)



Erläuterungen:

Vollbeeinflussung (Verkehrsablaufzustand 1): bei Zuganmeldung mit noch offenem Bahnübergang; von BÜSA vollbeeinflusster LSA-Ablauf

Teilknoten 1:

Phase 1 und 2: werden schnellstmöglich über Phase 3 in Richtung Phase 4 verlassen

Phase 4: Freigabe Zufahrt "Am Stadtrand" für Fahrzeugabfluss aus Richtung BÜ

Teilknoten 2:

Phase 5: wird sofort in Richtung Phase 6 verlassen und unterdrückt

Phase 6: Abflussmöglichkeit in Richtung "Am Alexanderhaus" für Fahrzeuge aus Richtung BÜ

Bearbeiter: Stowasser

DR. BRENNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH Berlin

Datum: 07.12.11

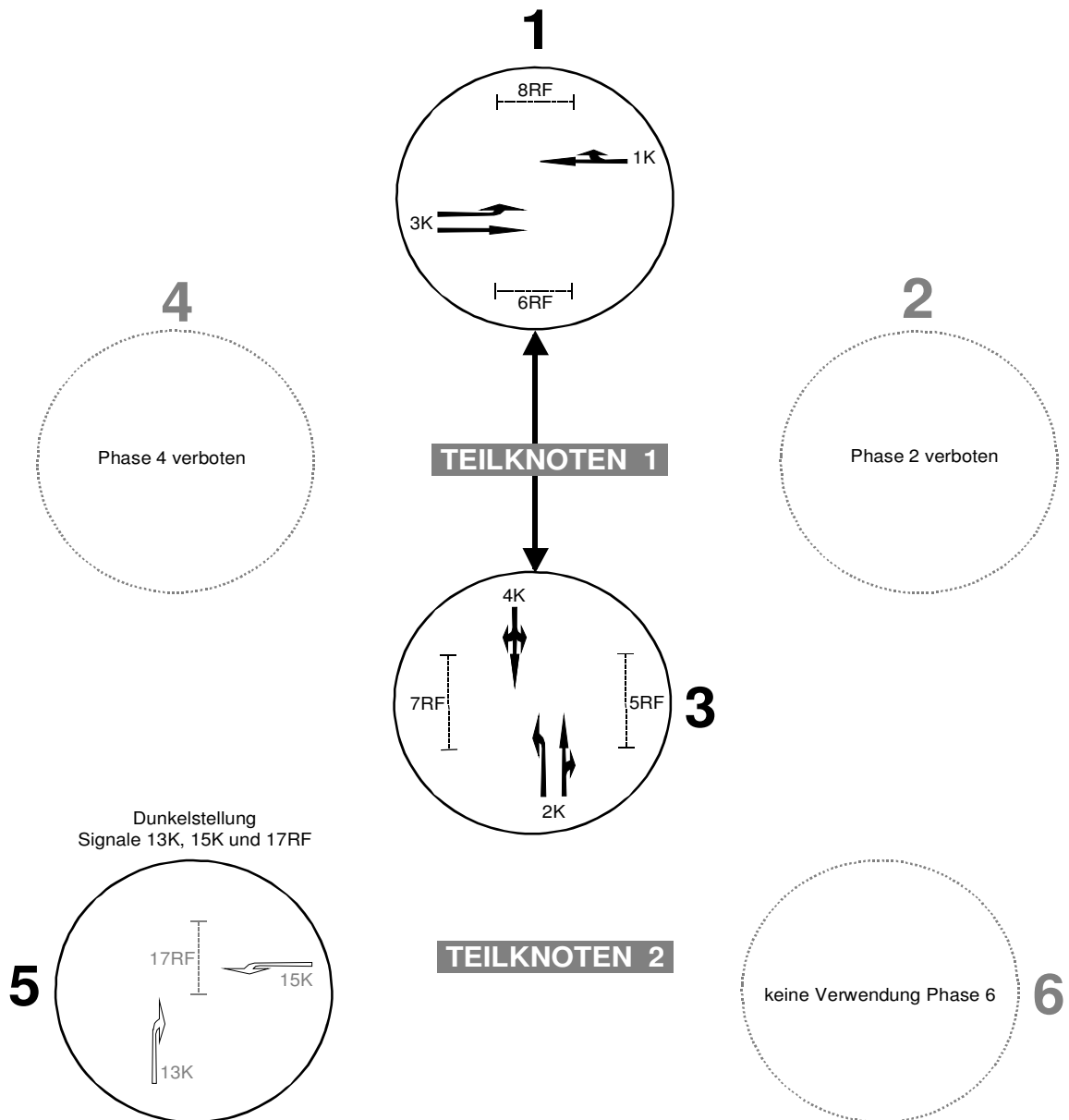
Proj.-Nr.: 0569olde

P:\OL\0569Olde\Excel\Anlagen_Nachtrag\PWS.xls

Anlage: 3.2

Phasenwechselschema

Verkehrsablauf mit Teilbeeinflussung (Verkehrsablaufzustand 2)

**Erläuterungen:**

Teilbeeinflussung (Verkehrsablaufzustand 2): bei Zuganmeldung mit gesperrten Bahnübergang; von BÜSA teilbeeinflusster LSA-Ablauf

Teilknoten 1:

Phase 1: Bedienung der Hauptrichtung

Sperrung Links- und Rechtsabbieger Richtung BÜ

Phase 2: wird unterdrückt

Phase 3: anforderungsabhängige Bedienung der Querrichtung

Phase 4: wird unterdrückt

Teilknoten 2:

Phase 5: Bedienung BÜ-abgewandter Verkehrsströme

Sperrung Geradeausfahrer und Rechtsabbieger Richtung BÜ

Phase 6: wird unterdrückt

Bearbeiter: Stowasser

DR. BRENNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH Berlin

Datum: 07.12.11

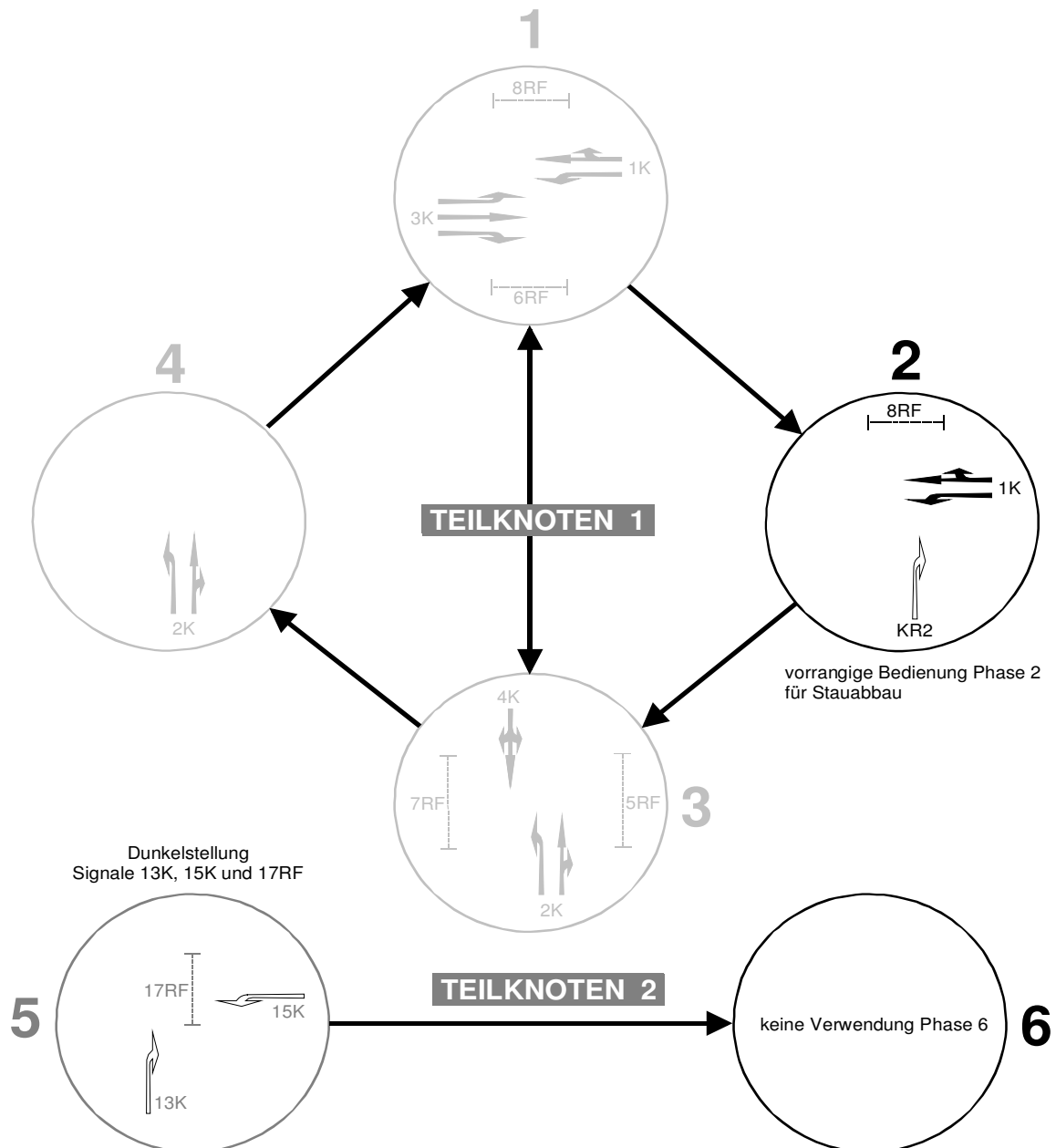
Proj.-Nr.: 0569olde

P:\IOL\0569Olde\Excel\Anlagen_Nachtrag\PWS.xls

Anlage: 3.3

Phasenwechselschema

Verkehrsablauf mit Nachbeeinflussung (Verkehrsablaufzustand 3)



Erläuterungen:

Nachbeeinflussung (Verkehrsablaufzustand 3): keine Zuganmeldung mehr; von BÜSA unbeeinflusster LSA-Ablauf mit Stauabbaupriorität

Teilknoten 1:

Phase 1: Bedienung der Hauptrichtung (sekundär)

Phase 2: rückstauabhängige Nachlaufschtaltung der Links- und Rechtsabbieger 2K/KR2 (primär)

Phase 3: anforderungsabhängige Bedienung der Querrichtung (sekundär)

Phase 4: rückstauabhängige Nachlaufschtaltung der Zufahrt "Am Stadtrand" (sekundär)

Teilknoten 2:

Phase 5: wird für Fahrzeugabfluss aus Richtung BÜ in Richtung Am Stadtrand und Am Alexanderhaus gehalten

Phase 6: wird unterdrückt

Bearbeiter: Stowasser

DR. BRENNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH Berlin

Datum: 07.12.11

Proj.-Nr.: 0569olde

P:\IOL\0569Olde\Excel\Anlagen_Nachtrag\PWS.xls

Anlage: 3.4

ANLAGE 4



Registerübersicht optischer Signalgeber
TK1: Weißenmoorstraße / Am Stadtrand

Montageort	links unten			oben			rechts unten			links	rechts
Mast-Nr.	2			1			1			2	1
Bezeichnung	1K	BÜK1		BÜK1	1K		1K			5F	5RF
Weißenmoorstraße (Zufahrt Süd)											











Montageort	links unten						rechts unten			links	rechts
Mast-Nr.	4						3			4	3
Bezeichnung	2K						2K	KR2		6F	6RF
Am Stadtrand (Zufahrt West)											







Montageort	links unten			oben			rechts unten			links	rechts
Mast-Nr.	6			5						6	5
Bezeichnung	3K			3K	BÜK2		3K	BÜK2		7F	7RF
Ofenerdieker Straße (Zufahrt Nord)											

Montageort	links unten						rechts unten			links	rechts
Mast-Nr.	8						7			8	7
Bezeichnung	4K							4K		8F	8RF
Bardieksweg (Zufahrt Ost)											

BÜK# (# = 1+2) Von der LSA unabhängiges autarkes BÜSA-Signal.
Aktivierung erfolgt nur bei Bahneingriff.

Registerübersicht optischer Signalgeber
TK2: Am Stadtrand / Am Alexanderhaus

Montageort				oben		rechts unten			links	rechts	
Mast-Nr.				9		9			10	9	
Bezeichnung				15K	BÜK3	BÜK3				17F	17RF
Am Alexanderhaus (Zufahrt Süd)											
											
									Dunkel im Ruhezustand		

Montageort				oben		rechts unten					
Mast-Nr.				10		10					
Bezeichnung				BÜK4	13K	13K					
Am Stadtrand (Zufahrt West)											
											

BÜK# (#=3+4) Von der LSA unabhängiges autarkes BÜSA-Signal.
Aktivierung erfolgt nur bei Bahneingriff.

ANLAGE 5

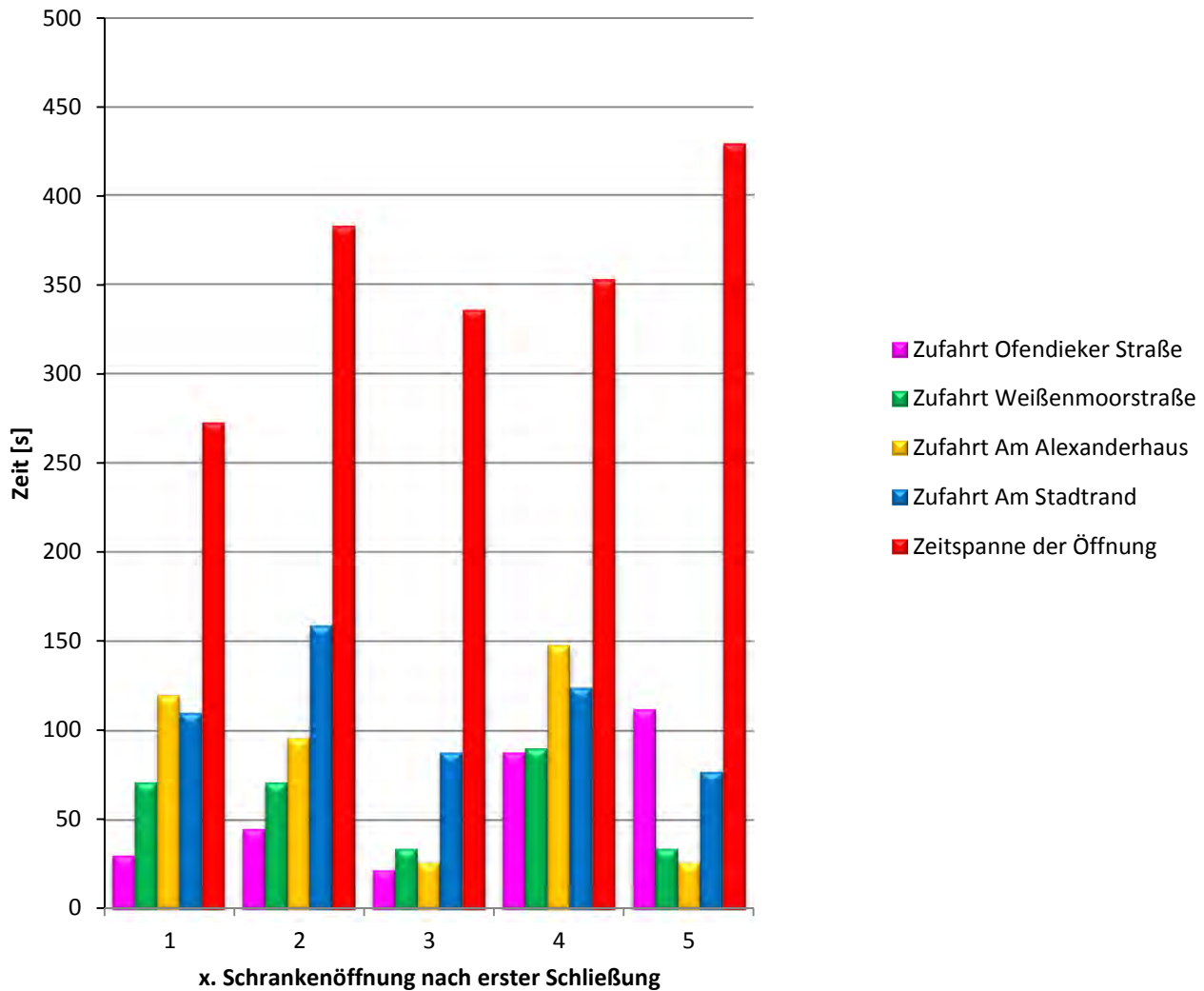


Simulationsergebnisse - Szenario 0

Fahrzeiten der Bezugsfahrzeuge und Erfüllung des Zumutbarkeitskriterium

Schließung	Zugart	Fahrtrichtung	Schließzeit		Dauer bis zur nächsten Schließung [ss]	Zuf. Ofendieker Str.		Zuf. Weißenmoorstr.		Zuf. Am Alexanderh.		Zuf. Am Stadtrand	
			von [ss]	bis [ss]		Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾
1	Güterz.	WHV	1990	2187	273	30	erfüllt	71	erfüllt	120	erfüllt	110	erfüllt
2	Güterz.	OL	2460	2677	383	45	erfüllt	71	erfüllt	96	erfüllt	159	erfüllt
3	Pers.z.	OL	3060	3174	336	22	erfüllt	34	erfüllt	26	erfüllt	88	erfüllt
4	Güterz.	OL	3510	3727	353	88	erfüllt	90	erfüllt	148	erfüllt	124	erfüllt
5	Pers.z.	WHV	4080	4181	429	112	erfüllt	34	erfüllt	26	erfüllt	77	erfüllt
6	Güterz.	WHV	4610	4807	--	--	--	--	--	--	--	--	--

¹⁾ Das Zumutbarkeitskriterium ist dann erfüllt, wenn das letzte während der Schrankenschließung aufgestaute Fahrzeug bis zur nächsten Schrankenschließung abgeflossen ist.



Anmerkungen:

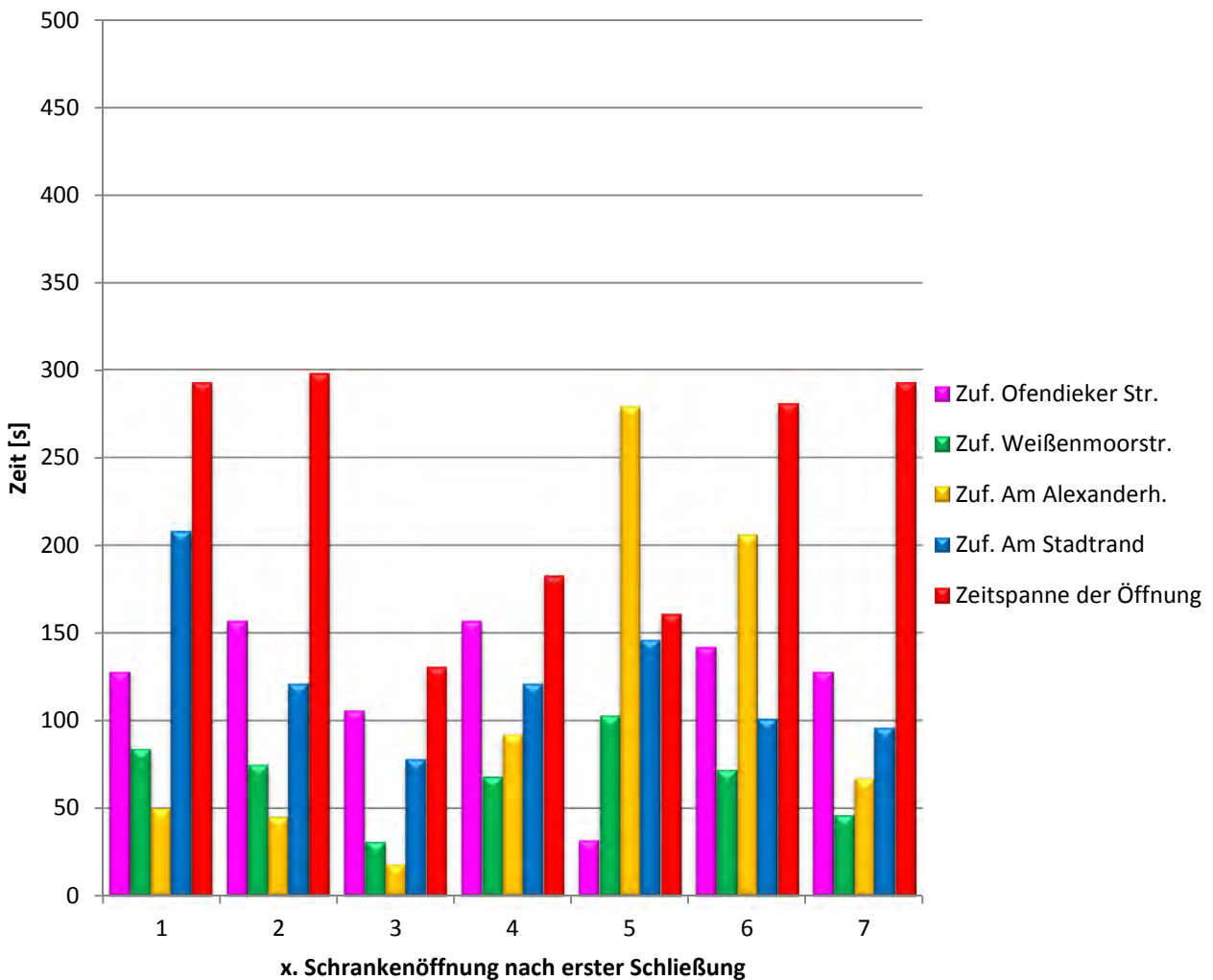
- Balken 1 bis 4: Zeitdauer ab Schrankenöffnung, bis letztes während der Schrankenschließung aufgestaute Fahrzeug abgeflossen ist
- Balken 5: Dauer geöffneter Schranken

Simulationsergebnisse - Szenario 1

Fahrzeiten der Bezugsfahrzeuge und Erfüllung des Zumutbarkeitskriterium

Schließung	Zugart	Fahrtrichtung	Schließzeit		Dauer bis zur nächsten Schließung [ss]	Zuf. Ofendieker Str.		Zuf. Weißenmoorstr.		Zuf. Am Alexanderh.		Zuf. Am Stadtrand	
			von [ss]	bis [ss]		Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾
1	Güterz.	OL	2050	2267	293	128	erfüllt	84	erfüllt	50	erfüllt	208	erfüllt
2	Güterz.	WHV	2560	2757	298	157	erfüllt	75	erfüllt	45	erfüllt	121	erfüllt
3	Pers.z.	OL	3055	3169	131	106	erfüllt	31	erfüllt	18	erfüllt	78	erfüllt
4	Güterz.	OL	3300	3517	183	157	erfüllt	68	erfüllt	92	erfüllt	121	erfüllt
5	Güterz.	WHV	3700	3897	161	32	erfüllt	103	erfüllt	279	n. erfüllt	146	erfüllt
6	Pers.z.	WHV	4058	4159	281	142	erfüllt	72	erfüllt	206	erfüllt	101	erfüllt
7	Güterz.	OL	4440	4657	293	128	erfüllt	46	erfüllt	67	erfüllt	96	erfüllt
8	Güterz.	WHV	4950	5147	--	--	--	--	--	--	--	--	--

¹⁾ Das Zumutbarkeitskriterium ist dann erfüllt, wenn das letzte während der Schrankenschließung aufgestaute Fahrzeug bis zur nächsten Schrankenschließung abgeflossen ist.



Anmerkungen:

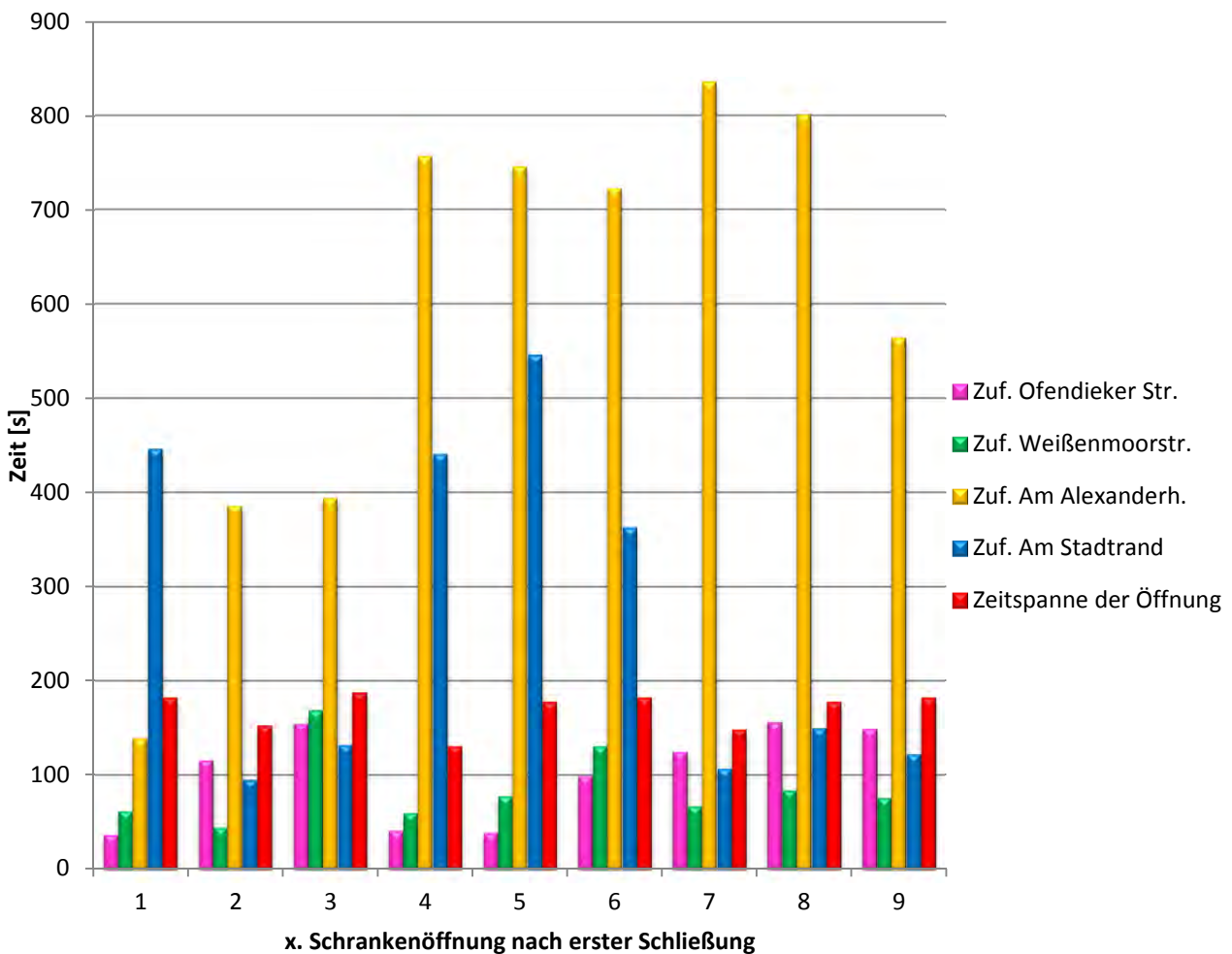
- Balken 1 bis 4: Zeitdauer ab Schrankenöffnung, bis letztes während der Schrankenschließung aufgestaute Fahrzeug abgeflossen ist
- Balken 5: Dauer geöffneter Schranken

Simulationsergebnisse - Szenario 2.1

Fahrzeiten der Bezugsfahrzeuge und Erfüllung des Zumutbarkeitskriterium

Schließung	Zugart	Fahrtrichtung	Schließzeit		Dauer bis zur nächsten Schließung [ss]	Zuf. Ofendieker Str.		Zuf. Weißenmoorstr.		Zuf. Am Alexanderh.		Zuf. Am Stadtrand	
			von [ss]	bis [ss]		Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾
1	Güterz.	OL	1900	2117	183	37	erfüllt	62	erfüllt	139	erfüllt	446	n. erfüllt
2	Güterz.	WHV	2300	2497	153	116	erfüllt	45	erfüllt	386	n. erfüllt	95	erfüllt
3	Güterz.	OL	2650	2867	188	155	erfüllt	169	erfüllt	394	n. erfüllt	132	erfüllt
4	Pers.z.	OL	3055	3169	131	41	erfüllt	60	erfüllt	757	n. erfüllt	441	n. erfüllt
5	Güterz.	WHV	3300	3497	178	39	erfüllt	78	erfüllt	746	n. erfüllt	546	n. erfüllt
6	Güterz.	OL	3675	3892	183	99	erfüllt	131	erfüllt	723	n. erfüllt	363	n. erfüllt
7	Pers.z.	WHV	4075	4176	149	125	erfüllt	67	erfüllt	836	n. erfüllt	107	erfüllt
8	Güterz.	WHV	4325	4522	178	156	erfüllt	84	erfüllt	801	n. erfüllt	150	erfüllt
9	Güterz.	OL	4700	4917	183	149	erfüllt	76	erfüllt	564	n. erfüllt	122	erfüllt
10	Güterz.	WHV	5100	5297	--	--	--	--	--	--	--	--	--

¹⁾ Das Zumutbarkeitskriterium ist dann erfüllt, wenn das letzte während der Schrankenschließung aufgestaute Fahrzeug bis zur nächsten Schrankenschließung abgeflossen ist.



Anmerkungen:

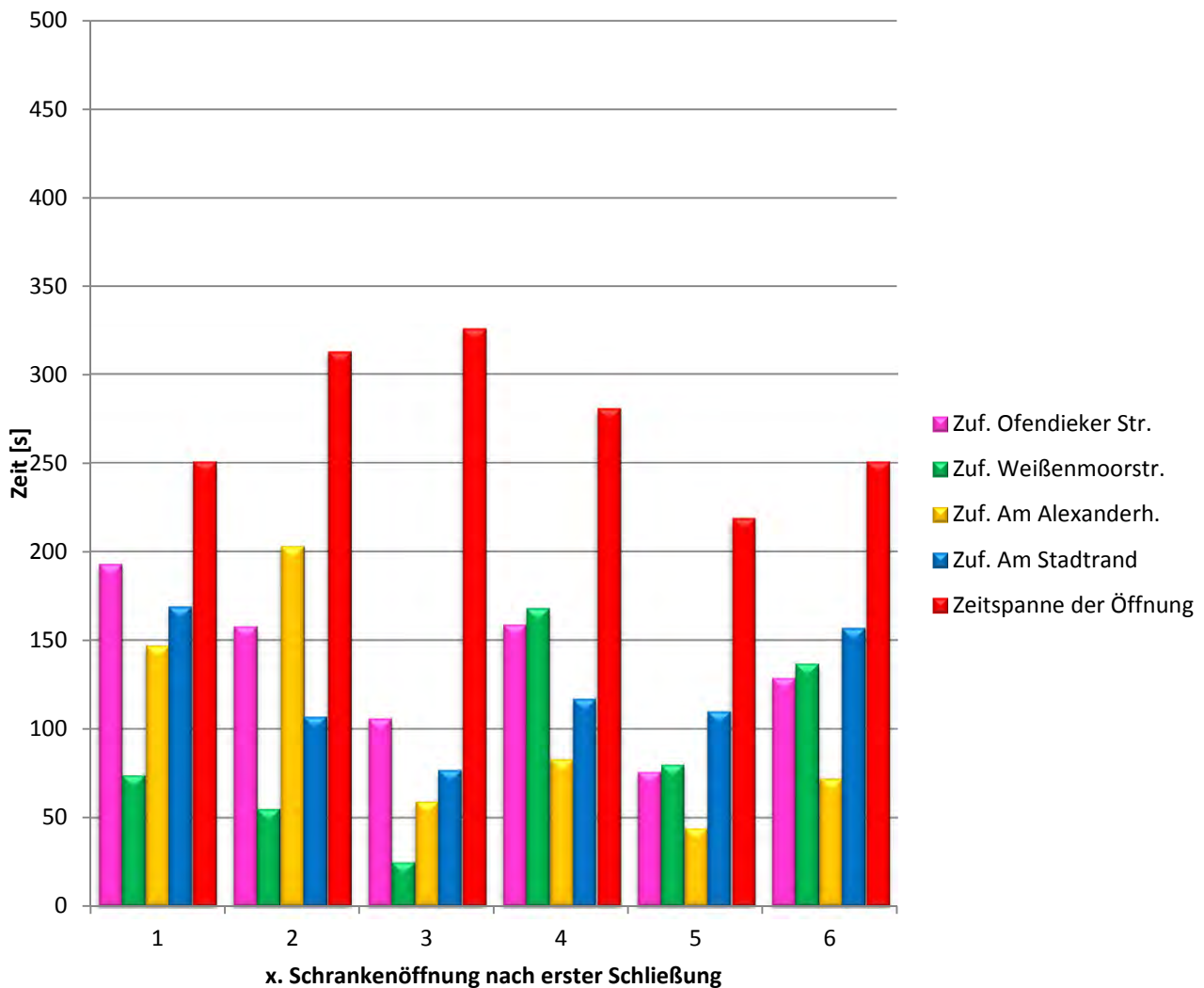
- Balken 1 bis 4: Zeitdauer ab Schrankenöffnung, bis letztes während der Schrankenschließung aufgestaute Fahrzeug abgeflossen ist
- Balken 5: Dauer geöffneter Schranken

Simulationsergebnisse - Szenario 2.2

Fahrzeiten der Bezugsfahrzeuge und Erfüllung des Zumutbarkeitskriterium

Schließung	Zugart	Fahrtrichtung	Schließzeit		Dauer bis zur nächsten Schließung [ss]	Zuf. Ofendieker Str.		Zuf. Weißenmoorstr.		Zuf. Am Alexanderh.		Zuf. Am Stadtrand	
			von [ss]	bis [ss]		Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾	Zeit des letzten Kfz bis BÜSTRA [ss]	erfüllt / nicht erfüllt ¹⁾
1	Güterz.	OL/WHV	2001	2300	251	193	erfüllt	74	erfüllt	147	erfüllt	169	erfüllt
2	Güterz.	WHV	2551	2748	313	158	erfüllt	55	erfüllt	203	erfüllt	107	erfüllt
3	Pers.z.	OL	3061	3175	326	106	erfüllt	25	erfüllt	59	erfüllt	77	erfüllt
4	Güterz.	OL/WHV	3501	3800	281	159	erfüllt	168	erfüllt	83	erfüllt	117	erfüllt
5	Pers.z.	WHV	4081	4182	219	76	erfüllt	80	erfüllt	44	erfüllt	110	erfüllt
6	Güterz.	OL/WHV	4401	4700	251	129	erfüllt	137	erfüllt	72	erfüllt	157	erfüllt
7	Güterz.	OL	4951	5167	--	--	--	--	--	--	--	--	--

¹⁾ Das Zumutbarkeitskriterium ist dann erfüllt, wenn das letzte während der Schrankenschließung aufgestaute Fahrzeug bis zur nächsten Schrankenschließung abgeflossen ist.



Anmerkungen:

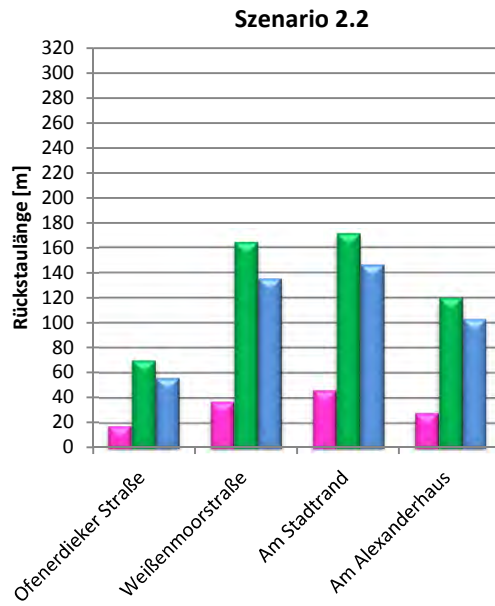
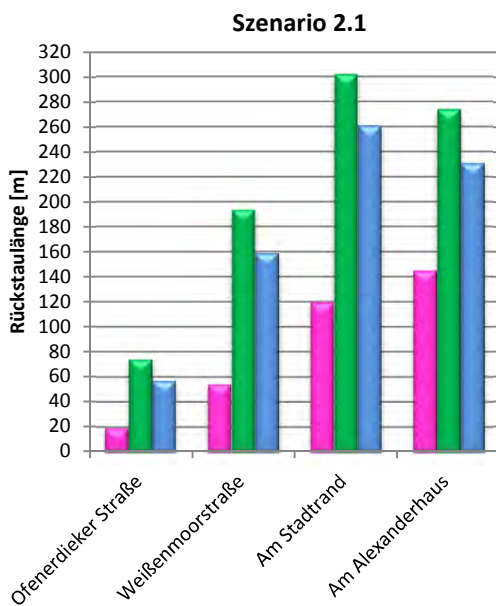
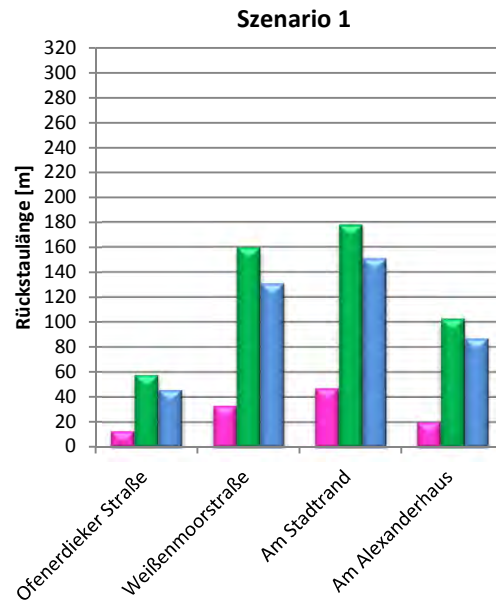
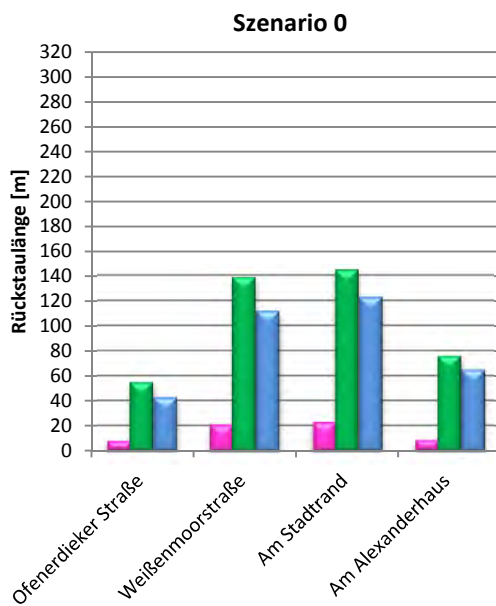
- Balken 1 bis 4: Zeitdauer ab Schrankenöffnung, bis letztes während der Schrankenschließung aufgestaute Fahrzeug abgeflossen ist
- Balken 5: Dauer geöffneter Schranken

ANLAGE 6



Simulationsergebnisse - alle Szenarien
Rückstaulängen

Zufahrt <i>Strom (rechts, links, geradeaus)</i>	Szenario 0			Szenario 1			Szenario 2.1			Szenario 2.2		
	Mittelwert [m]	Maximalwert [m]	95%-Wert [m]	Mittelwert [m]	Maximalwert [m]	95%-Wert [m]	Mittelwert [m]	Maximalwert [m]	95%-Wert [m]	Mittelwert [m]	Maximalwert [m]	95%-Wert [m]
Ofenerdieker Straße nur Rechtsabbieger	8	55	43	13	58	46	19	74	57	18	70	56
Weißenmoorstraße nur Linksabbieger	21	139	112	33	160	131	54	194	159	37	164	135
Am Stadtrand nur Geradeausfahrer	23	145	123	47	178	151	120	302	261	46	171	146
Am Alexanderhaus nur Rechtsabbieger	9	76	65	20	103	87	145	274	231	28	120	103



Legende

- Mittelwert
- Maximalwert
- 95%-Wert