

Gemeinde Zollikofen

Knoten Eichenweg/Länggasse/Kreuzstrasse

Leistungsanalyse Kreisel

Technischer Bericht



Verfasser: Lorenz Schneider
Bern, 19.11.2014

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	3
2	Auftrag	3
3	Grundlagen	3
4	Berechnungen	3
4.1	Massgebende Verkehrsstärken	3
4.2	Referenzzustand und massgebende Einflussgrössen	4
4.3	Leistungsfähigkeit der Ausfahrten	5
5	Ergebnisse	6
5.1	Arm Eichenweg, Morgenspitze	6
5.2	Arm Eichenweg, Abendspitze	7
5.3	Arm Kreuzstrasse, Morgenspitze	8
5.4	Arm Kreuzstrasse, Abendspitze	9
5.5	Arm Länggasse, Morgenspitze	10
5.6	Arm Länggasse, Abendspitze	11
6	Interpretation der Ergebnisse	12

Anhang A: Auswertung der Verkehrserhebungen

1 Ausgangslage

Die Bauverwaltung Zollikofen beabsichtigte im Einmündungsbereich Eichenweg/Länggasse den Belag zu sanieren. Im Gemeinderat wurde die Belagserneuerung zurückgestellt, mit der Auflage, dass zu prüfen ist, ob der Knoten Eichenweg/Länggasse/Kreuzstrasse als Kreisel ausgebildet werden kann.

2 Auftrag

Die Einwohnergemeinde Zollikofen hat die Firma Weber + Brönnimann AG beauftragt im Knoten Eichenweg/Länggasse/Kreuzstrasse eine Leistungsanalyse für den Knotentyp Kreisel durchzuführen. Der Verkehrsablauf der Verkehrsanlage soll nach Norm SN 640 017a beurteilt werden.

3 Grundlagen

Im Auftrag der Einwohnergemeinde Zollikofen wurden im August und September 2014 umfangreiche Verkehrserhebungen durchgeführt. Die Resultate der Verkehrserhebungen wurden der Firma Weber + Brönnimann AG für die Leistungsanalyse Verkehrsgrundlagen zur Verfügung gestellt.

4 Berechnungen

Basierend auf der Grundlagennorm SN 640 017a beschreibt die Norm SN 640 024a das Verfahren für die verkehrstechnische Dimensionierung und für die Beurteilung des Verkehrsablaufs des Individualverkehrs an Knoten mit Kreisverkehr innerhalb wie ausserhalb besiedelter Gebiete.

Die Norm ist anwendbar auf Kreisel mit einstreifiger Kreiselfahrbahn sowie Kreisel mit überbreiter Kreiselfahrbahn und zweistreifigen Einfahrten.

4.1 Massgebende Verkehrsstärken

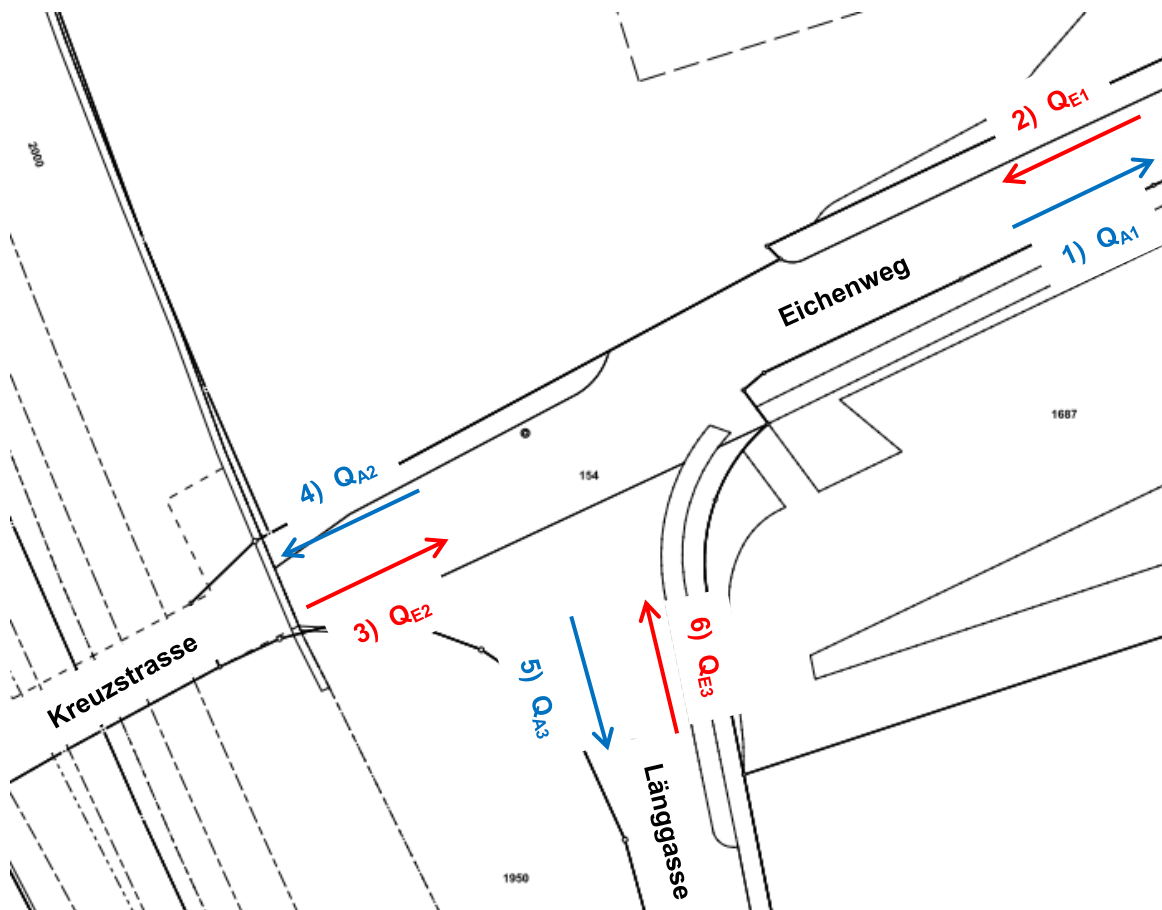
Die verkehrstechnische Dimensionierung erfolgt in der Regel auf der Grundlage stündlicher Verkehrsstärken. Bei vorhandenen Verkehrsanlagen soll wenn immer möglich auf Ergebnisse von Verkehrserhebungen zurückgegriffen werden.

Bei der Leistungsanalyse werden die Daten der Verkehrserhebungen der Gemeinde verwendet. Die Auswertung der Messwerte anhand von Tabellen und Diagrammen zeigt, dass die Morgenspitzenstunde an Werktagen von 07:00 bis 08:00 Uhr sowie die Abendspitzenstunde an Werktagen von 16:00 bis 17:00 Uhr die massgebenden Verkehrsstärken sind. An den Wochenenden sind die Verkehrsstärken in den Morgen- sowie Abendspitzen deutlich geringer.

Durchschnittlicher stündlicher Verkehr an Werktagen

Verkehrsstrom	Durchschnittlicher stündlicher Verkehr an Werktagen [PWE/h]			
	Morgen 06:00-07:00 Uhr	Morgen 07:00-08:00 Uhr	Abend 16:00-17:00 Uhr	Abend 17:00-18:00
1) Q_{A1}	248	247	264	263
2) Q_{E1}	160	244	277	259
3) Q_{E2}	209 (338)*	236 (400)*	266 (429)*	247 (388)*
4) Q_{A2}	180	237	268	255
5) Q_{A3}	253	251	263	239
6) Q_{E3}	283	320	425	363

(*) Verkehrsstärke unter Berücksichtigung der Längsneigung im Einfahrtsbereich



4.2 Referenzzustand und massgebende Einflussgrößen

Die Strassen- und Betriebsbedingungen im Referenzzustand entsprechen dem Geltungsbereich der Norm SN 640 024a. Die Abweichungen des tatsächlichen Zustands vom Referenzzustand werden bei der Leistungsanalyse wie folgt berücksichtigt.

Fahrzeugkategorien und Verkehrsmischung

Die Fahrzeugkategorien werden mit einer Umrechnung der einzelnen Fahrzeugkategorien in PWE mittels PW-Äquivalenten berücksichtigt. Grundsätzlich werden alle Knotenströme in PWE umgerechnet. Die PW-Äquivalente in der Einfahrt sind von der Längsneigung der Einfahrt abhängig.

Annahme: Fahrzeugkategorien

Bei der Leistungsanalyse wird angenommen, dass die bei den Messungen erfasste Kategorie "Transporter" der Fahrzeugkategorie "LW" (Lastwagen inkl. Bus und Gesellschaftswagen) entspricht.

Längsneigung im Einfahrtsbereich

Die Längsneigung im Einfahrtsbereich hat in Zusammenhang mit den Fahrzeugkategorien ein verändertes Beschleunigungsverhalten zur Folge. Die Möglichkeit, eine in der Kreiselfahrbahn vorhandene Lücke zu nutzen, wird in einer Steigung verringert und in einem Gefälle erhöht. Die Längsneigung im Einfahrtsbereich wird bei der Umrechnung der einzelnen Fahrzeugkategorien in PWE berücksichtigt. Wird der Einfluss der Längsneigung im Einfahrtsbereich vernachlässigt, sind die Werte für die Längsneigung von $\pm 0\%$ zu verwenden.

Annahme: Längsneigung im Einfahrtsbereich

Bei der Leistungsanalyse wird die Längsneigung im Einfahrtsbereich grundsätzlich verzichtet. Nur bei der Einfahrt Kreuzstrasse ist eine deutliche Steigung vorhanden. Deshalb wird bei der Einfahrt Kreuzstrasse resp. beim Verkehrsstrom 3 eine Längsneigung von +4% berücksichtigt.

Querende Fussgänger

Querende Fussgänger können die Leistungsfähigkeit und die Verkehrsqualität beeinträchtigen. Der Einfluss verringert sich in der Einfahrt mit wachsender Verkehrsstärke im Kreisel. Der Einfluss der querenden Fussgänger in der Einfahrt auf die Leistungsfähigkeit wird mit dem Korrekturfaktor f_F berücksichtigt.

Annahme: Querende Fussgänger

Bei der Leistungsanalyse wird angenommen, dass bei Einfahrten und Ausfahrten während den Spitzenstunden 100 Fussgänger pro Stunde die Strasse überqueren.

4.3 Leistungsfähigkeit der Ausfahrten

Ohne störende Einflüsse beträgt die Leistungsfähigkeit einer einstreifigen Kreiselausfahrt maximal 1'400 PWE/h. Der Einfluss von Fussgängern, welche die Kreiselausfahrt auf Fussgängerstreifen überqueren, bewirkt eine Reduktion der Leistungsfähigkeit. Diese Reduktion ist abhängig von der Breite der Ausfahrt bzw. der Länge des Fussgängerstreifens.

Annahme: Breite der Ausfahrt

Bei der Leistungsanalyse wird angenommen, dass die Breite der Ausfahrten 3.50m beträgt.

Die Blockierung der Kreiselfahrbahn durch stockenden Abfluss aus dem Kreisel führt vielfach auch zu einer Reduktion der Leistungsfähigkeit der Einfahrten. Diese Effekte werden nicht berücksichtigt. Die Abklärung dieser Einflüsse, insbesondere die Dauer der Blockierung der Kreiselfahrbahn, lässt sich nur mit rechnergestützten Simulationsverfahren bewerkstelligen.

An allen Ausfahrten ist somit vorgängig zu prüfen, ob die massgebende Verkehrsstärke unterhalb der Leistungsfähigkeit der Ausfahrt für den tatsächlichen Zustand liegt. Ist diese Bedingung bei einer Ausfahrt nicht gegeben, so sind andere Knotenformen zu suchen.

5 Ergebnisse

5.1 Arm Eichenweg, Morgenspitze

Ausfahrt: Bestimmung des Auslastungsgrads

Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A1} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Ausfahrt L_{A1} [PWE/h]	Auslastungsgrad X [-]
247	1'300	0.19

Kreiselfahrbahn: Bestimmung der Verkehrsstärke auf Höhe Einfahrt

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn auf Höhe Einfahrt Q_{K1}		
A	25% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3}	80	
B	50% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3}	160	
C	75% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3}	240	> 237, Fall C ist nicht massgebend
D	100% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3}	320	> 237, Fall D ist nicht massgebend
E	Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A2}	237	

Einfahrt: Bestimmung der Leistungsfähigkeit

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn Q_{K1} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E1} ohne Fussgänge- reinfluss [PWE/h]	Korrekturfaktor f_F [-]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E1} [PWE/h]
A	80	1'100	0.89	979
B	160	1'050	0.89	935
E	237	1'000	0.90	900

Einfahrt: Bestimmung der mittleren Wartezeit

Fall	Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1} [PWE/h]	Leistungsfähig- keit der Einfahrt L_{E1} [PWE/h]	Auslastungs- grad der Ein- fahrt X [-]	Belastungsre- serve R der Einfahrt [PWE/h]	Mittlere Wartezeit W_m [s]
A	244	979	0.25	735	≤ 10
B	244	935	0.26	691	≤ 10
E	244	900	0.27	656	≤ 10

5.2 Arm Eichenweg, Abendspitze

Ausfahrt: Bestimmung des Auslastungsgrads

Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A1} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Ausfahrt L_{A1} [PWE/h]	Auslastungsgrad X [-]
264	1'300	0.20

Kreiselfahrbahn: Bestimmung der Verkehrsstärke auf Höhe Einfahrt

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn auf Höhe Einfahrt Q_{K1}	
A	25% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3}	106
B	50% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3}	213
C	75% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3}	319 > 268, Fall C ist nicht massgebend
D	100% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3}	425 > 268, Fall D ist nicht massgebend
E	Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A2}	268

Einfahrt: Bestimmung der Leistungsfähigkeit

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn Q_{K1} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E1} ohne Fussgänge- einfluss [PWE/h]	Korrekturfaktor f_F [-]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E1} [PWE/h]
A	106	1'075	0.89	957
B	213	1'000	0.90	900
E	268	975	0.91	887

Einfahrt: Bestimmung der mittleren Wartezeit

Fall	Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1} [PWE/h]	Leistungsfähig- keit der Einfahrt L_{E1} [PWE/h]	Auslastungs- grad der Ein- fahrt X [-]	Belastungsre- serve R der Einfahrt [PWE/h]	Mittlere Wartezeit W_m [s]
A	277	957	0.29	680	≤ 10
B	277	900	0.31	623	≤ 10
E	277	887	0.31	610	≤ 10

5.3 Arm Kreuzstrasse, Morgenspitze

Ausfahrt: Bestimmung des Auslastungsgrads

Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A2} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Ausfahrt L_{A2} [PWE/h]	Auslastungsgrad X [-]
237	1'300	0.18

Kreiselfahrbahn: Bestimmung der Verkehrsstärke auf Höhe Einfahrt

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn auf Höhe Einfahrt Q_{K2}	
A	25% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1}	61
B	50% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1}	122
C	75% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1}	183
D	100% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1}	244
E	Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A3}	320 > 244, Fall E ist nicht massgebend

Einfahrt: Bestimmung der Leistungsfähigkeit

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn Q_{K2} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E2} ohne Fussgänger- einfluss [PWE/h]	Korrekturfaktor f_F [-]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E2} [PWE/h]
A	61	1'100	0.89	979
B	122	1'075	0.89	957
C	183	1'025	0.90	923
D	244	1'000	0.91	910

Einfahrt: Bestimmung der mittleren Wartezeit

Fall	Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2} [PWE/h]	Leistungsfähig- keit der Einfahrt L_{E2} [PWE/h]	Auslastungs- grad der Ein- fahrt X [-]	Belastungsre- serve R der Einfahrt [PWE/h]	Mittlere Wartezeit W_m [s]
A	236 (400)	979	0.24 (0.41)	743 (579)	≤ 10 (≤ 10)
B	236 (400)	957	0.25 (0.42)	721 (557)	≤ 10 (≤ 10)
C	236 (400)	923	0.26 (0.43)	687 (523)	≤ 10 (≤ 10)
D	236 (400)	910	0.26 (0.44)	674 (510)	≤ 10 (≤ 10)

()* Verkehrsstärke unter Berücksichtigung der Längsneigung im Einfahrtbereich

5.4 Arm Kreuzstrasse, Abendspitze

Ausfahrt: Bestimmung des Auslastungsgrads

Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A2} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Ausfahrt L_{A2} [PWE/h]	Auslastungsgrad X [-]
268	1'300	0.20

Kreiselfahrbahn: Bestimmung der Verkehrsstärke auf Höhe Einfahrt

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn auf Höhe Einfahrt Q_{K2}	
A	25% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1}	70
B	50% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1}	140
C	75% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1}	208
D	100% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E1}	277 > 263, Fall D ist nicht massgebend
E	Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A3}	263

Einfahrt: Bestimmung der Leistungsfähigkeit

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn Q_{K2} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E2} ohne Fussgänger- einfluss [PWE/h]	Korrekturfaktor f_F [-]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E2} [PWE/h]
A	70	1'100	0.89	979
B	140	1'050	0.89	935
C	208	1'000	0.90	900
E	263	975	0.91	887

Einfahrt: Bestimmung der mittleren Wartezeit

Fall	Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2} [PWE/h]	Leistungsfähig- keit der Einfahrt L_{E2} [PWE/h]	Auslastungs- grad der Ein- fahrt X [-]	Belastungsre- serve R der Einfahrt [PWE/h]	Mittlere Wartezeit W_m [s]
A	266 (429)	979	0.27 (0.44)	713 (550)	≤ 10 (≤ 10)
B	266 (429)	935	0.28 (0.46)	669 (506)	≤ 10 (≤ 10)
C	266 (429)	900	0.30 (0.48)	634 (471)	≤ 10 (≤ 10)
E	266 (429)	887	0.30 (0.48)	(621 (458))	≤ 10 (≤ 10)

()* Verkehrsstärke unter Berücksichtigung der Längsneigung im Einfahrtbereich

5.5 Arm Länggasse, Morgenspitze

Ausfahrt: Bestimmung des Auslastungsgrads

Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A3} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Ausfahrt L_{A3} [PWE/h]	Auslastungsgrad X [-]
251	1'300	0.19

Kreiselfahrbahn: Bestimmung der Verkehrsstärke auf Höhe Einfahrt

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn auf Höhe Einfahrt Q_{K3}	
A	25% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2}	59 (100)
B	50% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2}	118 (200)
C	75% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2}	177 (247)
D	100% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2}	236 (247)
E	Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A1}	247 > 236, Fall E ist nicht massgebend

()* Verkehrsstärke unter Berücksichtigung der Längsneigung im Einfahrtsbereich

Einfahrt: Bestimmung der Leistungsfähigkeit

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn Q_{K3} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E3} ohne Fussgänger- einfluss [PWE/h]	Korrekturfaktor f_F [-]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E3} [PWE/h]
A	59 (100)	1'125 (1'075)	0.89 (0.89)	1'001 (957)
B	118 (200)	1'075 (1'025)	0.89 (0.90)	957 (923)
C	177 (247)	1'025 (975)	0.90 (0.91)	923 (887)
D	236 (247)	1'000 (975)	0.91 (0.91)	910 (887)

()* Verkehrsstärke unter Berücksichtigung der Längsneigung im Einfahrtsbereich

Einfahrt: Bestimmung der mittleren Wartezeit

Fall	Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3} [PWE/h]	Leistungsfähig- keit der Einfahrt L_{E3} [PWE/h]	Auslastungs- grad der Ein- fahrt X [-]	Belastungsre- serve R der Einfahrt [PWE/h]	Mittlere Wartezeit W_m [s]
A	320	1'001 (957)	0.32 (0.33)	681 (637)	≤ 10 (≤ 10)
B	320	957 (923)	0.33 (0.35)	637 (603)	≤ 10 (≤ 10)
C	320	923 (887)	0.35 (0.36)	603 (567)	≤ 10 (≤ 10)
D	320	910 (887)	0.35 (0.36)	590 (567)	≤ 10 (≤ 10)

()* Verkehrsstärke unter Berücksichtigung der Längsneigung im Einfahrtsbereich

5.6 Arm Länggasse, Abendspitze

Ausfahrt: Bestimmung des Auslastungsgrads

Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A3} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Ausfahrt L_{A3} [PWE/h]	Auslastungsgrad X [-]
263	1'300	0.20

Kreiselfahrbahn: Bestimmung der Verkehrsstärke auf Höhe Einfahrt

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn auf Höhe Einfahrt Q_{K3}	
A	25% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2}	67 (107)
B	50% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2}	133 (215)
C	75% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2}	200 (264)
D	100% der Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E2}	266 (264) > 236, Fall D ist nicht massgebend
E	Verkehrsstärke der Ausfahrt Q_{A1}	264

()* Verkehrsstärke unter Berücksichtigung der Längsneigung im Einfahrtsbereich

Einfahrt: Bestimmung der Leistungsfähigkeit

Fall	Verkehrsstärke auf der Kreiselfahrbahn Q_{K3} [PWE/h]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E3} ohne Fussgänge- reinfluss [PWE/h]	Korrekturfaktor f_F [-]	Leistungsfähigkeit der Einfahrt L_{E3} [PWE/h]
A	67 (107)	1'100 (1'075)	0.89 (0.89)	979 (957)
B	133 (215)	1'050 (1'000)	0.89 (0.90)	935 (900)
C	200 (264)	1'025 (975)	0.90 (0.91)	923 (887)
E	264 (264)	975 (975)	0.91 (0.91)	887 (887)

()* Verkehrsstärke unter Berücksichtigung der Längsneigung im Einfahrtsbereich

Einfahrt: Bestimmung der mittleren Wartezeit

Fall	Verkehrsstärke der Einfahrt Q_{E3} [PWE/h]	Leistungsfähig- keit der Einfahrt L_{E3} [PWE/h]	Auslastungs- grad der Ein- fahrt X [-]	Belastungsre- serve R der Einfahrt [PWE/h]	Mittlere Wartezeit W_m [s]
A	425	979 (957)	0.43 (0.44)	554 (532)	≤ 10 (≤ 10)
B	425	935 (900)	0.45 (0.47)	510 (475)	≤ 10 (≤ 10)
C	425	923 (887)	0.46 (0.48)	498 (462)	≤ 10 (≤ 10)
E	425	887 (887)	0.48 (0.48)	462 (462)	≤ 10 (≤ 10)

()* Verkehrsstärke unter Berücksichtigung der Längsneigung im Einfahrtsbereich

6 Interpretation der Ergebnisse

Die Prüfung der Ausfahrten zeigt, dass die massgebenden Verkehrsstärken deutlich unter der Leistungsfähigkeit der Ausfahrten liegen. Der Auslastungsgrad X der einzelnen Ausfahrten beträgt ca. 0.20. Die Anforderungen der Norm sind bei jeder Ausfahrt klar erfüllt.

Die Prüfung der Einfahrten zeigt, dass die mittleren Wartezeiten mit den massgebenden Verkehrsstärken unter 10 Sekunden liegen. Dies entspricht einer Verkehrsqualitätsstufe A. Der Verkehr fliesst nahezu ungehindert. Es kommt zu keinen grösseren Wartezeiten und zu keinem Rückstau.

Der Knoten könnte längerfristig noch eine Zunahme des Verkehrs bis zu 30 % ertragen. Eine Zunahme des Verkehrs ist durch das Erweitern der Arbeitsplätze des Bundes zu erwarten. Ebenfalls könnte längerfristig auch ein Umzonung des Gebietes Meilen für Mehrverkehr sorgen. Wir nehmen an, wenn dies der Fall ist, ist die Umfahrungsstrasse wieder ein Thema und der Knoten hätte um einiges weniger Verkehr.

Wenn man sich für den Kreisel entscheidet, bedeutet dies, dass das Verkehrsregime ändert und die Vortrittsrichtung in der Unterführung Kreuzstrasse getauscht werden müsste.