

Variantenstudium Knoten Oensingen Ost

Gisela Löffel

Projektarbeit
Studiengang Bauingenieurwissenschaften

Dezember 2020

Dank

Mein Dank geht an Hansruedi Müller, welcher diese Arbeit am IVT ermöglicht hat und mit interessanten Anregungen sowie konstruktiver Kritik zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Ein spezieller Dank geht an Beat Jäggi (BSB+Partner) für das Koreferat und die inspirierenden Gespräche sowohl zur Projektarbeit als auch über Gott und die Welt, welche jede Schreibblöcke zu lösen vermögen.

Weiter möchte ich Fabian Steiner einen grossen Dank ausrichten, welcher mich bei der Bearbeitung der Knotengeometrien mit seiner Erfahrung unterstützt hat und mir mit guten Hinweisen immer wieder weitergeholfen hat.

Ein Dank geht auch Santiah Sureshkumar, welche die Grafiken für den Flächenverbrauch speziell für diese Projektarbeit erstellt hat.

Ein spezieller Dank geht zusätzlich an Stefan Gantenbein, welcher mit seinen Inputs die Projektarbeit massgebend beeinflusst und in die richtige Richtung gestossen hat.

Zu guter Letzt möchte ich Rolf Riechsteiner (BSB+Partner) danken, welcher diese Arbeit betreut hat und mir bereits seit Jahren bei BSB + Partner sein Vertrauen schenkt. Seine Inputs haben massgeblich zum Gelingen der Arbeit beigetragen.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgaben und Ziele	6
2	Grundlagen	8
2.1	Vorprojekt BSB + Partner (2019).....	8
2.2	Verkehrsbelastung	9
2.3	VSS Normen.....	12
3	Knoten mit Kreisverkehr	15
3.1	Leistungsfähigkeit	15
3.2	Massnahmen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit	17
3.3	Geometrie	22
3.4	Langsamverkehr	23
4	T-Knoten ohne Lichtsignalanlage	27
4.1	Leistungsfähigkeit	27
4.2	Massnahmen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit	30
4.3	Geometrie	31
5	T-Knoten mit Lichtsignalanlage	32
5.1	Leistungsfähigkeit	32
5.2	Geometrie	35
5.3	Langsamverkehr	37
6	Schlussfolgerung.....	40
7	Ausblick.....	41
8	Literatur.....	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Umrechnungsfaktoren pro Fahrzeugkategorie in Personenwagen- einheiten	12
Tabelle 3-1: Szenario1, Leistungsfähigkeit einspuriger Kreiselpfad ASP 2040, Längsneigung gemäss Abbildung 3-1	16
Tabelle 3-2: Szenario2, Leistungsfähigkeit einspuriger Kreiselpfad ASP 2040, Längsneigung gemäss Abbildung 3-1	16
Tabelle 3-3: Szenario 1, Leistungsfähigkeit einspuriger Kreiselpfad ASP 2040, Längsneigung 0%	17
Tabelle 3-4: Szenario 2, Leistungsfähigkeit einspuriger Kreiselpfad ASP 2040, Längsneigung 0%	17
Tabelle 3-5: Beurteilung der Verkehrsqualität mittels zugeordneter Verkehrs- stärke q_m	19
Tabelle 3-6: Szenario 1, Leistungsfähigkeit zweispurige Einfahrt 1 ASP 2040, Längsneigung 0%	21
Tabelle 3-7: Szenario 2, Leistungsfähigkeit zweispurige Einfahrt 1 ASP 2040, Längsneigung 0%	21
Tabelle 4-1: Szenario 1, Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA ASP 2040	28
Tabelle 4-2: Szenario 2, Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA ASP 2040	28
Tabelle 4-3: Szenario 1, Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA ASP 2040, gedreht ..	29
Tabelle 4-4: Szenario 2, Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA ASP 2040, gedreht ..	29
Tabelle 5-1: Szenario 1, Leistungsfähigkeit T-Knoten mit LSA ASP 2040	34
Tabelle 5-2: Szenario 2, Leistungsfähigkeit T-Knoten mit LSA ASP 2040	34
Tabelle 6-1: Variantenvergleich Kreisverkehr - T-Knoten mit LSA	40
Tabelle 8-1: Szenario 1, Ermittlung der Leistungsfähigkeit	10
Tabelle 8-2: Szenario 1, Verkehrsqualitätsstufe	11
Tabelle 8-3: Szenario 2, Ermittlung der Leistungsfähigkeit	11
Tabelle 8-4: Szenario 2, Verkehrsqualitätsstufe	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Übersicht Entlastung Oensingen	6
Abbildung 2-1: Vorprojekt Kreisel Oensingen Ost.....	8
Abbildung 2-2: Szenario 1, Knotenströme Knoten Oensingen Ost [Fz/h] ASP 2040	11
Abbildung 2-3: Szenario 2, Knotenströme Knoten Oensingen Ost [FZ/h] ASP 2040....	11
Abbildung 2-4: Längsneigung Knoten Oensingen Ost	13
Abbildung 3-1: Übersicht Einfahrten und Längsneigung einspuriger Kreisel	15
Abbildung 3-2: Teilausbau Süd, Knotenentwurf.....	18
Abbildung 3-3: Nomogramm zur Bestimmung von q_m in Abhängigkeit von q_1 und q_e ...	19
Abbildung 3-4: Teilausbau Nord, Knotenentwurf	20
Abbildung 3-5: Vollausbau, Knotenentwurf	22
Abbildung 3-6: Flächenbedarf Kreisel Vollausbau.	23
Abbildung 3-7: Langsamverkehrsführung Kreisverkehr, Variante 1	24
Abbildung 3-8: Langsamverkehrsführung Kreisverkehr, Variante 2	24
Abbildung 3-9: Langsamverkehrsführung Kreisverkehr, Variante 3	24
Abbildung 4-1: Schematische Darstellung Einfahrten und Längsneigung T-Knoten ohne LSA	27
Abbildung 4-2: Schematische Darstellung Einfahrten und Längsneigung T-Knoten ohne LSA gedreht	29
Abbildung 4-3: T-Knoten ohne LSA mit Verflechtungsstrecke, Knotenentwurf.....	31
Abbildung 5-1: Phasenplan LSA.....	33
Abbildung 5-2: Phasenplan LSA.....	34
Abbildung 5-3: T-Knoten mit LSA, Knotenentwurf	36
Abbildung 5-4: Flächenbedarf T-Knoten mit LSA.....	37
Abbildung 5-5: Langsamverkehrsführung T-Knoten mit LSA, Variante 1	38
Abbildung 5-6: Langsamverkehrsführung T-Knoten mit LSA, Variante 2	38

Projektarbeit Studiengang Bauingenieurwissenschaften

Variantenstudium Knoten Oensingen Ost

Gisela Löffel
IVT, ETH Zürich
Stefano-Franscini-Platz 5
8093 Zürich

Telefon: 079 469 64 69
loeffelg@student.ethz.ch

Dezember 2020

Kurzfassung

Die Ortsdurchfahrt Oensingen soll mittels einer Entlastungsstrasse vom Durchgangsverkehr entlastet werden. Der Knoten Oensingen Ost wird zukünftig als Eingangstor zur Ortsdurchfahrt Oensingen fungieren und verbindet gleichzeitig die bestehende Hauptstrasse H5 mit der neu geplanten Entlastungsstrasse. In der vorliegenden Projektarbeit wurden die gängigen Knotenformen Kreisverkehr, T-Knoten ohne Lichtsignalanlage sowie T-Knoten mit Lichtsignalanlage auf ihre Leistungsfähigkeit untersucht, ein erster Knotenentwurf vorgenommen sowie der zu erwartende Flächenbedarf bestimmt. Zusätzlich wurden mögliche Langsamverkehrsführungen geprüft. Die Vor- sowie Nachteile der einzelnen Knotenformen wurden dabei aufgezeigt.

Sowohl der Kreisverkehr als auch ein T-Knoten mit LSA können für den Knoten Oensingen Ost in Betracht gezogen werden. Die Entscheidung für die eine oder andere Knotenform ist hauptsächlich davon abhängig, ob man der zu erwartenden Verkehrsqualität (Kreisverkehr) oder der Flexibilität des Knotens (T-Knoten mit LSA) eine grössere Bedeutung zumisst. Von einem T-Knoten ohne Lichtsignalanlage wird abgeraten.

Schlagworte

Entlastung Oensingen; Knoten Oensingen Ost; Leistungsfähigkeit; Verkehrsqualität; Kreisverkehr; T-Knoten ohne LSA; T-Knoten mit LSA; Langsamverkehr; Knotenentwurf

Zitierungsvorschlag

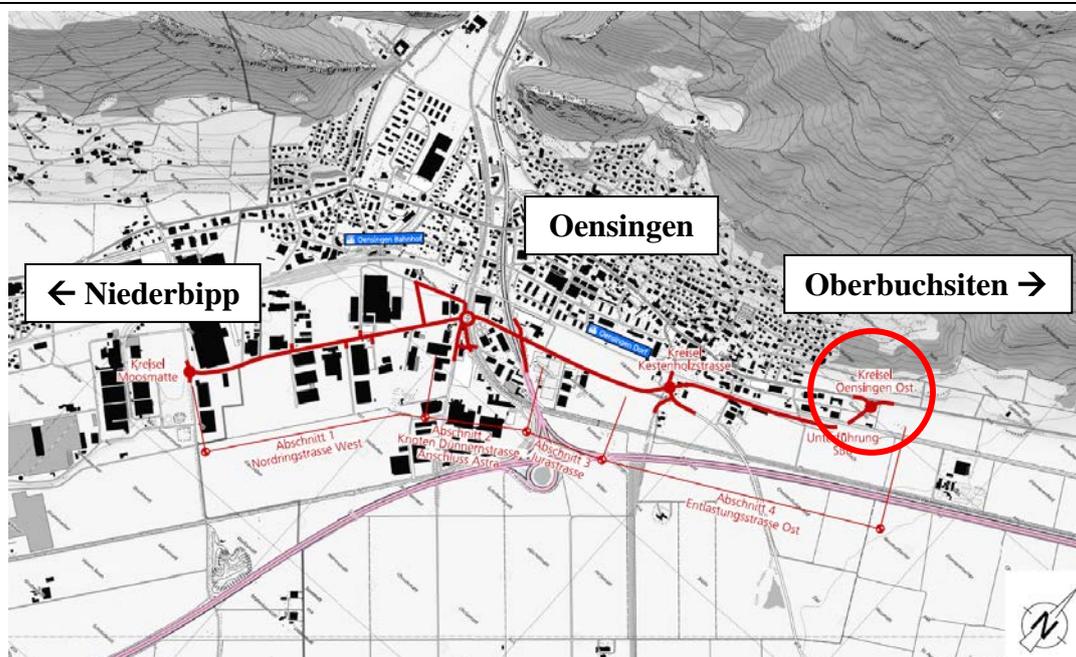
Löffel Gisela (2020): Variantenstudium Knoten Oensingen Ost, Projektarbeit, IVT, ETH Zürich, Zürich

1 Aufgaben und Ziele

Die Ortsdurchfahrt Oensingen soll mittels einer Entlastungsstrasse vom Durchgangsverkehr entlastet werden. Gleichzeitig soll die Ortsdurchfahrt mit flankierenden Massnahmen (Verkehrsberuhigung) insbesondere für den Langsamverkehr aufgewertet werden. Die Linienführung der geplanten Entlastungsstrasse ist in Abbildung 1-1 ersichtlich. Im östlichen Teil zwischen dem Knoten Oensingen Ost und dem Kreisel Kestenholzstrasse muss dazu ein neuer Strassenabschnitt erstellt werden. Der weitere Verlauf der Entlastungsstrasse führt über bestehende Strassen. Zusätzlich müssen diverse Knoten entlang der Entlastungsstrasse Um- oder Ausgebaut werden. Für die Entlastungsstrasse ist die Projektierung bis auf Stufe Vorprojekt abgeschlossen (BSB+Partner, 2019). Die Trasseesicherung der Verkehrsentslastung Oensingen ist im Richtplan des Kantons Solothurn festgehalten.

Der Knoten Oensingen Ost wird zukünftig als Eingangstor zur Ortsdurchfahrt Oensingen fungieren und verbindet gleichzeitig die bestehende Hauptstrasse H5 mit der neu geplanten Entlastungsstrasse. Dementsprechend wichtig ist seine Funktion im Verkehrsnetz von Oensingen und Umgebung. Der Knoten Oensingen Ost ist in Abbildung 1-1 rot eingekreist.

Abbildung 1-1: Übersicht Entlastung Oensingen



Quelle: (BSB+Partner, 2019)

Im Vorprojekt von BSB + Partner (2019) wurde der Knoten Oensingen Ost als einspuriger Kreisverkehr gestaltet. Das ursprüngliche Ziel der vorliegenden Projektarbeit war es, das Vorprojekt des Kreisverkehrs Oensingen Ost zu präzisieren und bis auf Stufe Bauprojekt auszuarbeiten. Im Verlauf der Arbeit wurde jedoch festgestellt, dass vor allem bezüglich der zu erwarteten Verkehrsströme sowie der optimalen Knotenform noch diverse Fragen offen sind. Eine Detailplanung bis auf Stufe Bauprojekt des Knotens erschien deshalb als verfrüht.

Im Rahmen des Vorprojekts hat keine detaillierte Analyse der Leistungsfähigkeit des Kreisverkehrs sowie eine Untersuchung von weiteren Knotenformen stattgefunden. In der vorliegenden Arbeit werden deshalb die gängigen Knotenformen Kreisverkehr, T-Knoten ohne Lichtsignalanlage (LSA) sowie T-Knoten mit LSA auf ihre Leistungsfähigkeit untersucht und entsprechende Knotenentwürfe skizziert. Zusätzlich wurden mögliche Langsamverkehrsführungen geprüft sowie der benötigte Flächenbedarf abgeschätzt. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Knoten werden dabei aufgezeigt.

Ziel der Arbeit ist es, als Entscheidungsgrundlage für die definitive Knotenwahl zu dienen.

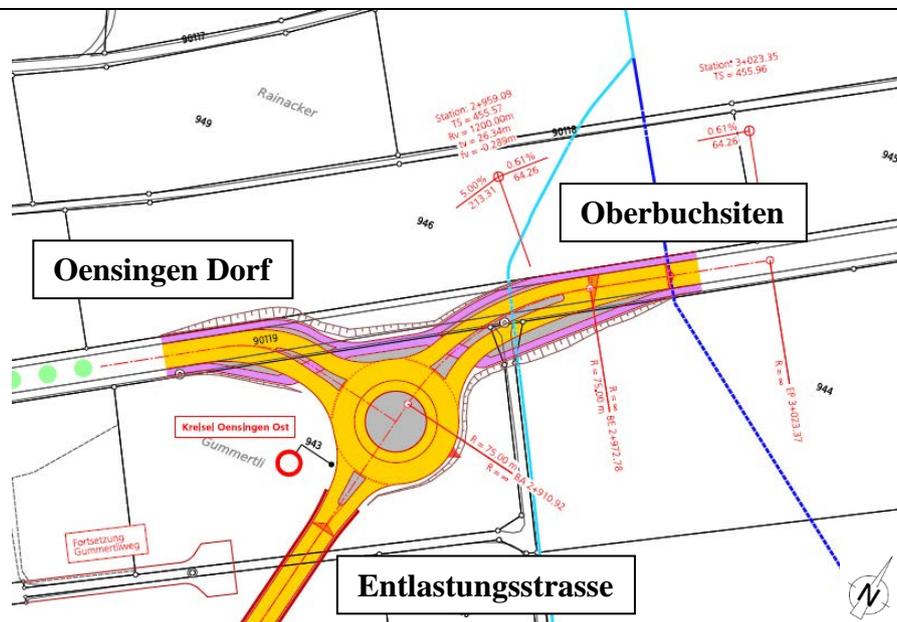
2 Grundlagen

2.1 Vorprojekt BSB + Partner (2019)

Im Vorprojekt von BSB + Partner (2019) wurde als Knotenform für den Knoten Oensingen Ost ein einspuriger Kreisels gewählt. Die Hauptachse (gerade Durchfahrt) wurde im Verlauf des Vorprojekts von Oberbuchsiten – Oensingen Dorf, auf Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse geändert (Abbildung 2-1). Dies soll die Verkehrsteilnehmer dazu bringen, eher die Entlastungsstrasse als die Ortsdurchfahrt zu wählen. Es wurde jedoch bewusst darauf verzichtet, die Einfahrt auf die Ortsdurchfahrt weiter zu erschweren. Der Verkehr soll zu Gunsten des Gewerbes und der Restaurantbetriebe, nicht komplett vom Dorf ferngehalten werden. Das Verkehrsaufkommen auf der Ortsdurchfahrt soll mittels flankierenden Massnahmen entlang der Ortsdurchfahrt geregelt werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, die gewünschte Hauptachse auch für die weiteren Knotenformen (T-Knoten mit / ohne LSA) beizubehalten.

Abbildung 2-1: Vorprojekt Kreisels Oensingen Ost



Quelle: (BSB+Partner, 2019)

2.2 Verkehrsbelastung

Die im Vorprojekt von BSB + Partner (2019) ausgewiesene Verkehrsbelastung am Knoten Oensingen Ost basiert auf dem angepassten Mengengerüst 2030 des Amtes für Verkehr und Tiefbau Solothurn (AVT SO). Inzwischen stehen mit dem Gesamtverkehrsmodell Kanton Solothurn 2040 (GVM-SO 2040) jedoch neue Zahlen zur Verfügung. Für die vorliegende Arbeit wird die Verkehrsbelastung am Knoten deshalb neu bestimmt. Aus dem GVM-SO 2040 können jedoch lediglich Querschnittswerte und keine Knotenströme entnommen werden.

Die Knotenströme am Knoten werden deshalb aus den vorhandenen Grundlagen hergeleitet. Für den Streckenabschnitt der Hauptstrasse Nr. 5 zwischen Oensingen und Oberbuchsiten liegen die am besten abgestützten Daten vor. Die Herleitung der Knotenströme erfolgt deshalb von diesem Abschnitt aus. Im Jahr 2015 fanden bei der Zählstelle Nr. 245 (Hauptstrasse Nr. 5, Oensingen – Oberbuchsiten) Querschnittszählungen statt. In der Abendspitzenstunde (ASP) fuhren 906 Fahrzeuge pro Stunde (Fz/h) (2.1% Schwerverkehrsanteil) von Oberbuchsiten nach Oensingen und 670 Fz/h (5.8% Schwerverkehrsanteil) von Oensingen nach Oberbuchsiten (AVT, 2020). Der Querschnittswert für die Abendspitzenstunde (ASP) 2040 von 1'898 Fz/h aus dem GVM-SO 2040 wurde im gleichen Verhältnis aufgeteilt. Die Werte für die Morgenspitzenstunde sind deutlich tiefer und deshalb für die Dimensionierung des Knotens nicht relevant.

Für die Festlegung der Verteilung wurde zunächst wie im Vorprojekt (BSB+Partner, 2019) angenommen, dass durch die Entlastungsstrasse 50% des Verkehrs von der Ortsdurchfahrt auf die Entlastungsstrasse umgelegt werden können. Die Verkehrsumlegung soll einerseits durch die gewählte Hauptachse Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse, einer verkehrstechnisch attraktiven Gestaltung der Entlastungsstrasse sowie durch flankierende Massnahmen (Verkehrsberuhigung) entlang der Ortsdurchfahrt erreicht werden. In welchem Ausmass die flankierenden Massnahmen erstellt werden, ist zum momentanen Zeitpunkt jedoch noch nicht bekannt. Diese sollen im Projekts «Lebensader Oensingen» festgelegt werden. Die Arbeiten sind jedoch noch nicht abgeschlossen. Aus diesem Grund können auch keine genaueren Annahmen als jene im Vorprojekt zur effektiven Verkehrsverteilung getroffen werden.

Um unterschiedliche zukünftige Verkehrsentwicklungen in den Berechnungen zu berücksichtigen, werden zwei mögliche Szenarien der Verkehrsumlagerung betrachtet.

Szenario 1

Die Verteilung aus dem Vorprojekt wird übernommen.

- 50% des Verkehrs fährt über die Entlastungsstrasse
- 50% des Verkehrs fährt durch die Ortsdurchfahrt

Szenario 2

Es wird angenommen, dass der grössere Teil des Verkehrs über die Entlastungsstrasse fährt.

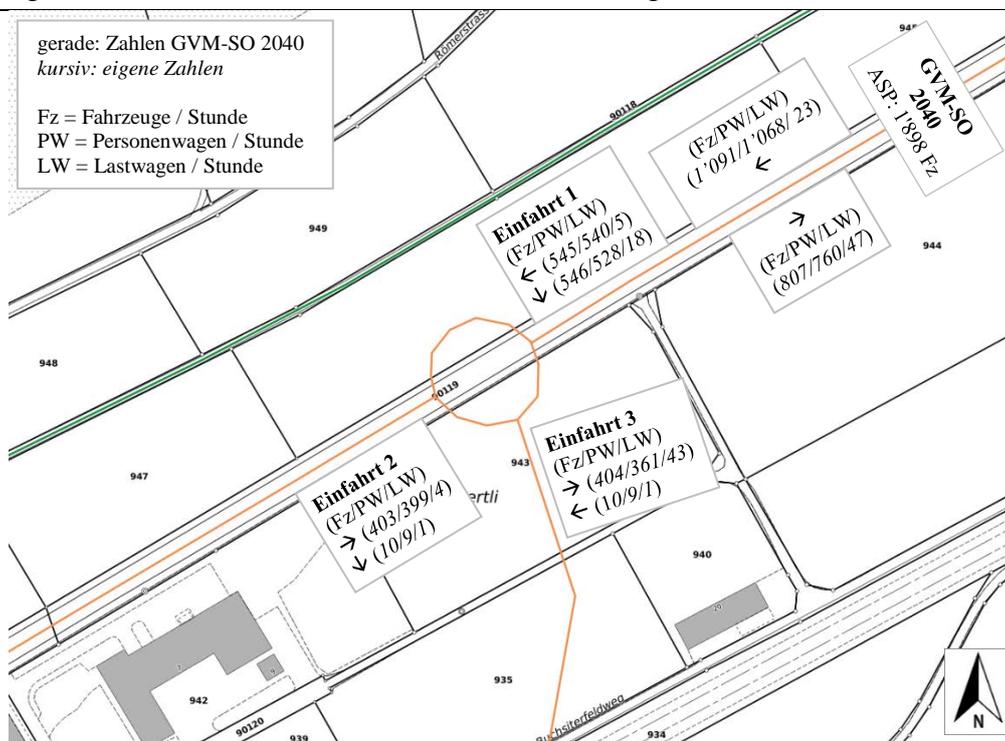
- 70% des Verkehrs fährt über die Entlastungsstrasse
- 30% des Verkehrs fährt durch die Ortsdurchfahrt.

Weiter wird angenommen, dass die Beziehung Entlastungsstrasse – Ortsdurchfahrt sowie Ortsdurchfahrt - Entlastungsstrasse kaum benutzt wird. Einfachheitshalber wird diese Beziehung mit einem Verkehrsaufkommen von je 10 Fz/h angenommen. Es wird zudem erwartet, dass der Schwerverkehrsanteil auf der Ortsdurchfahrt lediglich 1% beträgt (nur Zubringer). Der restliche Schwerverkehr fährt über die Entlastungsstrasse.

Weil sich der Knoten ausserhalb des Dorfkerns befindet, wird davon ausgegangen, dass das Fussgängeraufkommen am geplanten Knoten sehr gering ist. In allen Berechnungen werden deshalb keine Fussgänger berücksichtigt.

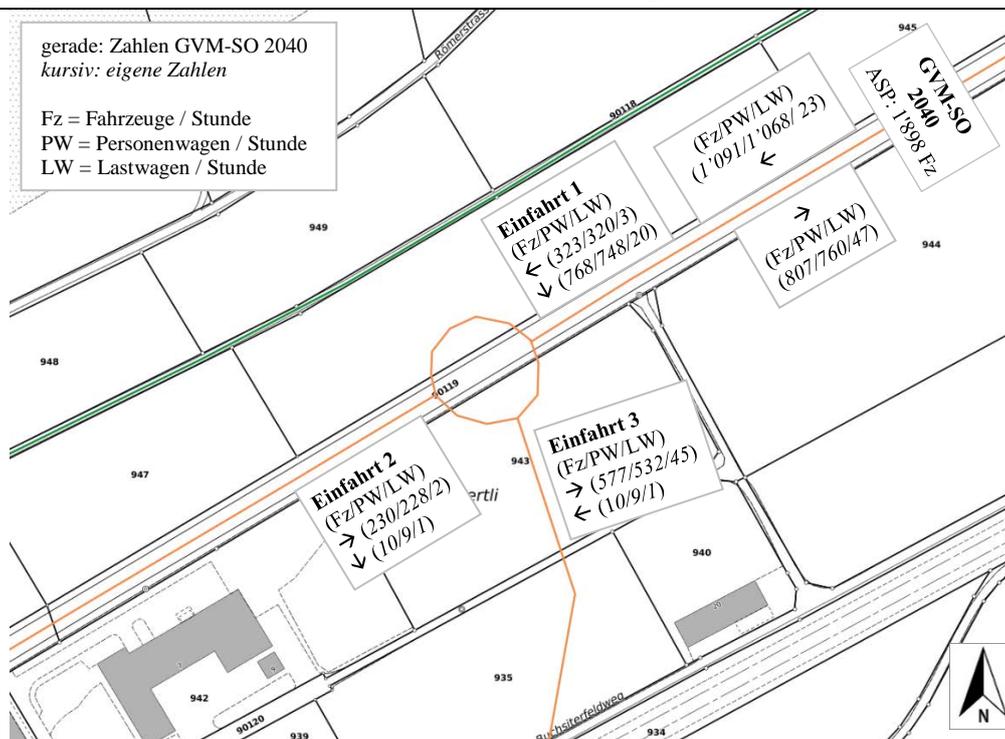
Die aus dem oben beschriebenen Vorgehen resultierenden Knotenströme sind in den Abbildungen 2-2 sowie 2-3 ersichtlich.

Abbildung 2-2: Szenario 1, Knotenströme Knoten Oensingen Ost [Fz/h] ASP 2040



Quelle: (GVM-SO 2040, 2020)

Abbildung 2-3: Szenario 2, Knotenströme Knoten Oensingen Ost [Fz/h] ASP 2040



Quelle: (GVM-SO 2040, 2020)

2.3 VSS Normen

Die Analyse der Leistungsfähigkeit der Knoten sowie die geometrische Projektierung erfolgt anhand der Normen der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS). Die wichtigsten Begriffe aus den VSS Normen werden nachfolgend kurz erläutert.

PW-Äquivalente, Personenwageneinheiten (PWE)

Die Berechnung der Leistungsfähigkeit an Knoten wird nicht mit Fahrzeugen pro Stunde (Fz/h) sondern immer mit Personenwageneinheiten pro Stunde (PWE/h) durchgeführt.

Dadurch werden die unterschiedlichen Fahreigenschaften der verschiedenen Fahrzeugkategorien in den Berechnungen zu berücksichtigen. Die Umrechnungsfaktoren der Fahrzeuge in Personenwageneinheiten sind einerseits abhängig von der Fahrzeugkategorie und andererseits von der vorhandenen Längsneigung. Die Umrechnungsfaktoren, die sogenannten PW-Äquivalente, sind in Tabelle 2-1 ersichtlich. Die Umrechnung einer Fahrzeugkategorie in Personenwageneinheiten erfolgt, indem die Anzahl Fahrzeuge mit dem Umrechnungsfaktor multipliziert wird. Ein positive Längsneigung (Steigung) wirkt sich negativ, eine negative Längsneigung (Gefälle) positiv auf die Leistungsfähigkeit eines Knotens aus.

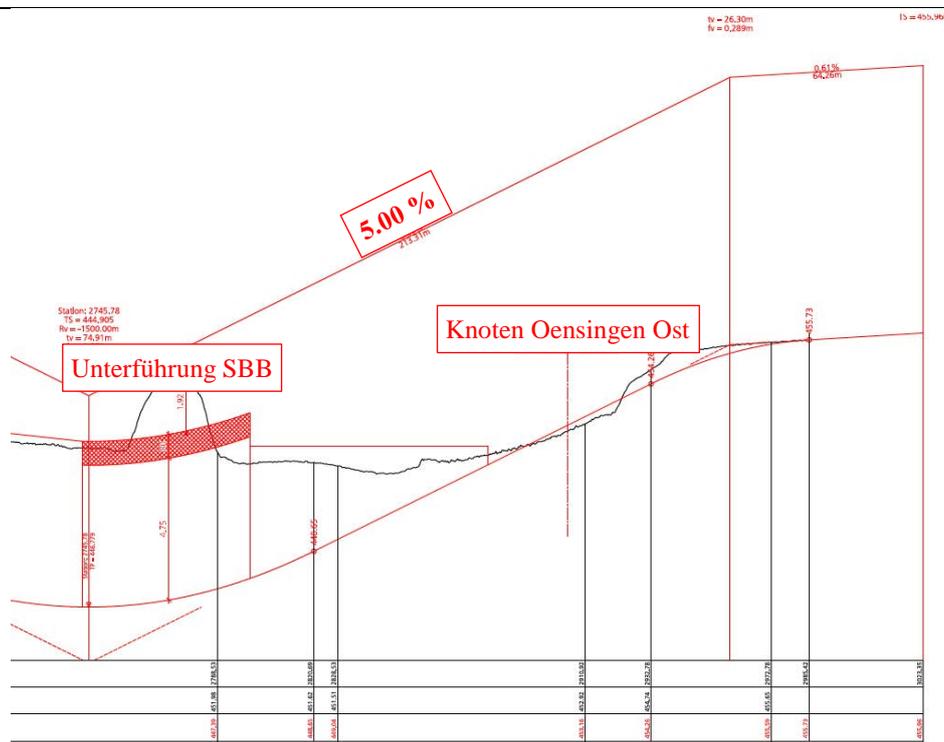
Tabelle 2-1: Umrechnungsfaktoren pro Fahrzeugkategorie in Personenwageneinheiten

PW-Äquivalent zur Berücksichtigung der Verkehrsmischung sowie zur Berücksichtigung der Längsneigung			
Längsneigung	Fahrzeugkategorien		
	Personenwagen (PW)	Lastwagen (LW)	Lastzug (LZ)
+4%	1.4	3	6
+2%	1.2	2	3
0%	1	1.5	2
-2%	0.9	1.2	1.5
-4%	0.8	1	1.2

Quelle: (SN 40 022, 1999)

Für die Leistungsfähigkeit am Knoten Oensingen Ost spielt diese Umrechnung eine entscheidende Rolle. Die Hauptachse Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse weist eine Längsneigung von 5% auf (Abbildung 2-4). Die Entlastungsstrasse muss die lediglich 90 m südlich vom Knoten Oensingen Ost liegende SBB Linie unterqueren. Um die nötige Tiefe zu erreichen ist das Gefälle von -5% von der Hauptstrasse bis zur Unterführung SBB zwingend erforderlich.

Abbildung 2-4: Längsneigung Knoten Oensingen Ost



Quelle: (BSB+Partner, 2019)

Die Norm berücksichtigt nur Längsneigungen bis +/- 4%. Für die Berechnungen wurden daher diese Werte verwendet. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die Leistungsfähigkeit im Steigungsbereich (von der Entlastungsstrasse her) durch die Berechnungen leicht überschätzt wird.

Verkehrsqualitätsstufen

Gemäss VSS Normen werden sechs unterschiedliche Verkehrsqualitätsstufen (A - F) definiert. Die Verkehrsqualität nimmt von Stufe A nach F kontinuierlich ab und ist abhängig von der mittleren Wartezeit an den Knoteneinfahrten. Knoten mit der Qualitätsstufe A und B weisen einen sehr guten Verkehrszustand auf. Die Qualitätsstufen C und D sind insbesondere für Nebenströme immer noch gut (C) bzw. akzeptabel (D). Ein kritischer bzw. unakzeptabler Verkehrszustand wird mit den Qualitätsstufen E bzw. F bezeichnet. Die Qualitätsstufen E und F sind zu vermeiden und bedürfen Massnahmen zur Verbesserung der Verkehrsqualität.

Für den Knoten Oensingen Ost sollen für die Hauptströme Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse die Qualitätsstufen A oder B und für die Nebenströme aus der und in die Ortsdurchfahrt mindestens die Qualitätsstufe D erreicht werden.

Eine detailliertere Beschreibung der einzelnen Verkehrsqualitätsstufen sowie die Zuteilung zu den entsprechenden Mittleren Wartezeiten können für die einzelnen Knotenformen den entsprechenden Normen entnommen werden (SN 40 022 – Knoten ohne Lichtsignalanlagen, SN 40 023a – Knoten mit Lichtsignalanlagen, SN 40 024 a – Knoten mit Kreisverkehr).

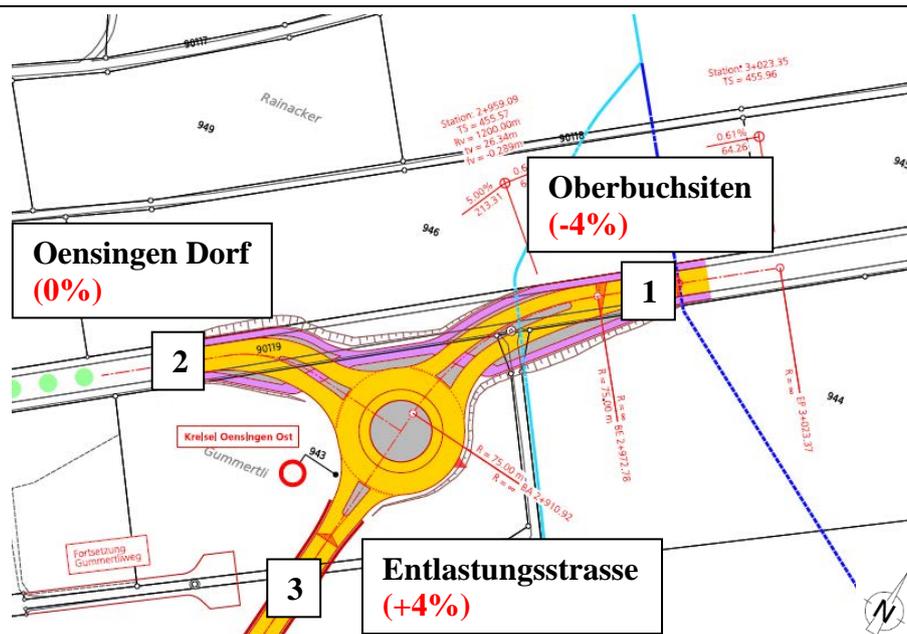
3 Knoten mit Kreisverkehr

3.1 Leistungsfähigkeit

Als erstes wurde die Leistungsfähigkeit sowie die Verkehrsqualität des Kreisels Oensingen Ost aus dem Vorprojekt von BSB + Partner (2019) untersucht. Vor der Festlegung der Geometrie muss geklärt werden, ob ein einspuriger Kreisverkehr mit einspurigen Einfahrten bei der angenommenen Verkehrsbelastung eine ausreichende Verkehrsqualität aufweist, oder ob der Kreisverkehr teilweise oder komplett zweispurig ausgebildet werden muss.

Die Berechnungen der Leistungsfähigkeit sowie der Verkehrsqualität erfolgen nach SN 40 024a. Als Verkehrsbelastung werden die in Abschnitt 2.2 hergeleiteten Knotenströme angenommen.

Abbildung 3-1: Übersicht Einfahrten und Längsneigung einspuriger Kreisverkehr



Quelle: (BSB+Partner, 2019)

Die Nummerierung der Einfahrten sowie die Längsneigungen wurden für die Berechnungen gemäss Abbildung 3-1 übernommen. Die wichtigsten Resultate der Berechnungen sind in den untenstehenden Tabellen 3-1 und 3-2 dargestellt. Die ausführlichen Berechnungen können dem Anhang A1 entnommen werden.

Tabelle 3-1: Szenario1, Leistungsfähigkeit einspuriger Kreisel ASP 2040, Längsneigung gemäss Abbildung 3-1

Einfahrt	1	2	3
95%-Rückstaulänge [m]	54	18	42
Mittlere Wartezeit w[s]	19	9	27
Verkehrsqualitätsstufe	B	A	C

Tabelle 3-2: Szenario2, Leistungsfähigkeit einspuriger Kreisel ASP 2040, Längsneigung gemäss Abbildung 3-1

Einfahrt	1	2	3
95%-Rückstaulänge [m]	54	6	240
Mittlere Wartezeit w[s]	14	<9	>80
Verkehrsqualitätsstufe	B	A	F

Die Resultate zeigen, dass in Szenario 2 die Einfahrt 3 lediglich die Qualitätsstufe F aufweist und demzufolge stark überlastet ist. Für das Szenario 1 weist die Einfahrt eine Verkehrsqualitätsstufe C auf und liegt damit ebenfalls knapp unter der mindestens angestrebten Qualitätsstufe B für die Hauptströme. Um eine ausreichende Verkehrsqualität gewährleisten zu können, müssen für die Einfahrt 3 (Entlastungsstrasse) Massnahmen ergriffen werden.

Die Einfahrten 1 und 2 weisen eine sehr gute Verkehrsqualität (A bzw. B) auf. Während sich die Steigung (+4%) bei Einfahrt 3 stark negativ auf deren Leistungsfähigkeit auswirkt, wirkt sich das Gefälle (-4%) bei Einfahrt 1 stark positiv auf die Leistungsfähigkeit aus. Es ist fraglich, ob der Einfluss des Gefälles in der Realität wirklich so gross ist, wie gemäss Norm berechnet. Um diesbezüglich auf der sicheren Seite zu liegen, wurden die Berechnungen ohne Berücksichtigung der Längsneigung (0% Längsneigung bei allen Einfahrten) wiederholt.

Die wichtigsten Resultate der Berechnungen sind in den untenstehenden Tabellen 3-3 und 3-4 dargestellt. Die ausführlichen Berechnungen können dem Anhang A1 entnommen werden.

Tabelle 3-3: Szenario 1, Leistungsfähigkeit einspuriger Kreisel ASP 2040, Längsneigung 0%

Einfahrt	1	2	3
95%-Rückstaulänge [m]	240	15	18
Mittlere Wartezeit w[s]	70	< 9	< 9
Verkehrsqualitätsstufe	E	A	A

Tabelle 3-4: Szenario 2, Leistungsfähigkeit einspuriger Kreisel ASP 2040, Längsneigung 0%

Einfahrt	1	2	3
95%-Rückstaulänge [m]	270	9	27
Mittlere Wartezeit w[s]	70	< 9	10
Verkehrsqualitätsstufe	E	A	A/B

Ohne Berücksichtigung der Längsneigung verschlechtert sich die Verkehrsqualitätsstufe von Einfahrt 1 (Oberbuchsiten) von der Stufe B auf die Stufe E. Sie ist demzufolge überlastet. Dies kann mit der hohen Fahrzeugbelastung von 1'068 Fz/h begründet werden. Damit die hohe Fahrzeugbelastung bewältigt und das Risiko von Rückstau und langen Wartezeiten verringert werden kann, wird empfohlen, auch bei Einfahrt 1 (Oberbuchsiten) Massnahmen zu ergreifen, um eine gute Verkehrsqualität garantieren zu können.

Die Verkehrsqualitätsstufen der Einfahrt 2 und 3 bleiben gegenüber den vorausgegangenen Berechnungen (mit Berücksichtigung der Längsneigung) gleich oder verbessern sich. Die Berechnungen lagen demzufolge bereits auf der sicheren Seite.

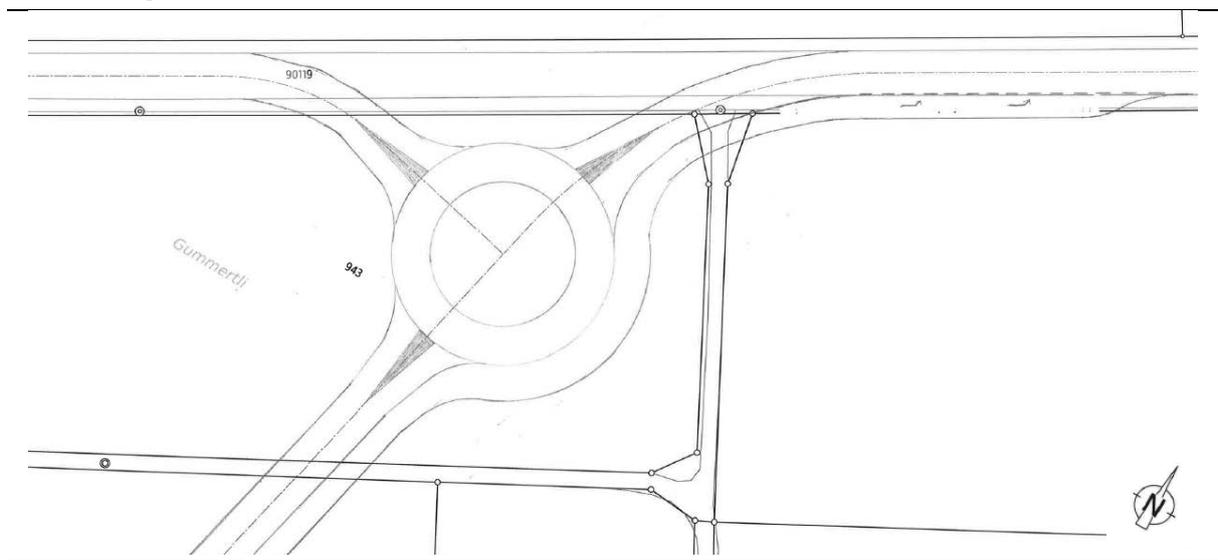
3.2 Massnahmen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit

Um die in Abschnitt 3.1 ausgewiesenen Einfahrten mit ungenügenden Leistungsfähigkeiten zu optimieren, werden zwei Massnahmen vorgeschlagen. Die erste Massnahme betrifft die Einfahrt 3 (Entlastungsstrasse) und wird fortan «Teilausbau Süd» genannt. Die zweite Massnahme betrifft die Einfahrt 1 (Oberbuchsiten) und wird «Teilausbau Nord» genannt. Die Kombination beider Massnahmen wird als «Vollausbau» bezeichnet. Die Massnahmen werden nachfolgend genauer beschrieben.

Teilausbau Süd

Um die Leistungsfähigkeit der Einfahrt 3 (Entlastungsstrasse) zu verbessern, wird vorgeschlagen, einen Bypass für die Verkehrsbeziehung Entlastungsstrasse – Oberbuchsiten zu erstellen. Der Verkehr von der Entlastungsstrasse soll anschliessend auf der Hauptstrasse H5 auf einer Verflechtungsstrecke mit dem Verkehr aus der Ortsdurchfahrt zusammengeführt werden. Ein entsprechender Knotenentwurf ist in Abbildung 3-2 dargestellt.

Abbildung 3-2: Teilausbau Süd, Knotenentwurf

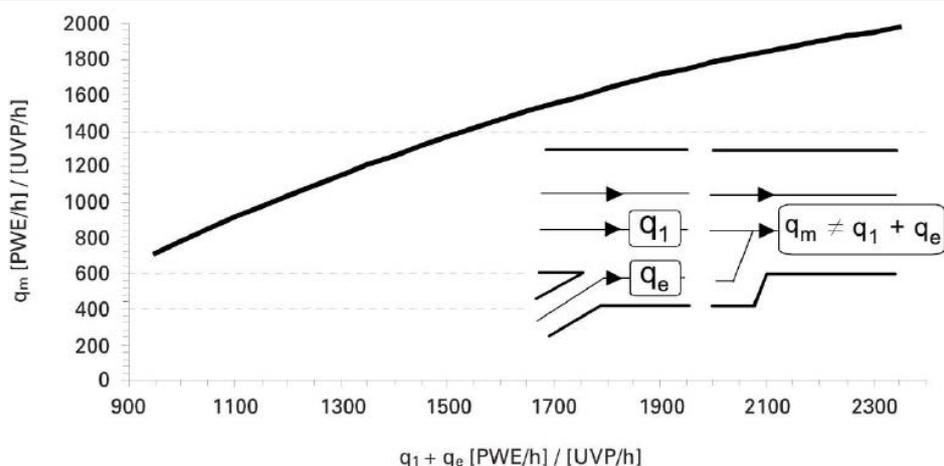


Nachweis der Leistungsfähigkeit

Der Nachweis der Leistungsfähigkeit der Verflechtungsstrecke erfolgt nach SN 40 019. Die Norm dient hauptsächlich zur Berechnung der Leistungsfähigkeit von Einfahrten in Hochleistungsstrassen. Sie macht jedoch Hinweise zu Verflechtungsstrecken. Gemäss SN 40 019 kann «zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit und der Verkehrsqualität auf Verflechtungsstrecken vorläufig kein abgesichertes und allgemein anwendbares Berechnungsverfahren verwendet werden. Für genaue Bestimmungen der Leistungsfähigkeit und der Verkehrsqualität müssen im Anwendungsfall gesonderte Untersuchungen durchgeführt werden. Für ganz grobe Abschätzungen kann das Berechnungsverfahren für Einfahrten in Hochleistungsstrassen näherungsweise auf Verflechtungsstrecken angewendet werden. Dabei liegen die zugeordneten Verkehrsstärken aus Verflechtungsstrecken immer leicht unter denjenigen aus Einfahrten. Somit ist es möglich, eine sehr grobe Abschätzung der Verkehrsqualität und der Leistungsfähigkeit auf Verflechtungsstrecken mit dieser Norm unter Berücksichtigung einer entsprechenden kritischen Würdigung der Resultate durchzuführen.»

Die Verkehrsqualität bzw. die Leistungsfähigkeit der Einfahrt wird anhand des Verkehrstroms q_m bestimmt. q_m ist eine Funktion des Verkehrstromes auf der Einfahrt (q_e) sowie des Verkehrstromes auf der rechten Fahrspur (q_1) und ist in Abbildung 3-3 dargestellt.

Abbildung 3-3: Nomogramm zur Bestimmung von q_m in Abhängigkeit von q_1 und q_e



Quelle: (SN 40 019, 2019)

Sowohl für Szenario 1 als auch Szenario 2 beträgt die Verkehrsstärke für q_m 581 PWE/h. Gemäss Tabelle 3-5 weist die Verflechtungsstrecke demzufolge die Verkehrsqualitätsstufe A auf. Selbst bei einer kritischen Betrachtung, wenn davon ausgegangen wird, dass die Leistungsfähigkeit leicht überschätzt wird, darf davon ausgegangen werden, dass mit der Verflächungsstrecke eine sehr gute Qualitätsstufe von mindestens Stufe B erreicht werden kann.

Tabelle 3-5: Beurteilung der Verkehrsqualität mittels zugeordneter Verkehrsstärke q_m

Verkehrsqualitätsstufe	Bereich von q_m
A	0 – 600
B	600 – 950
C	950 – 1'350
D	1'350 – 1'650
E	1'650 – 1'900
F	> 1'900

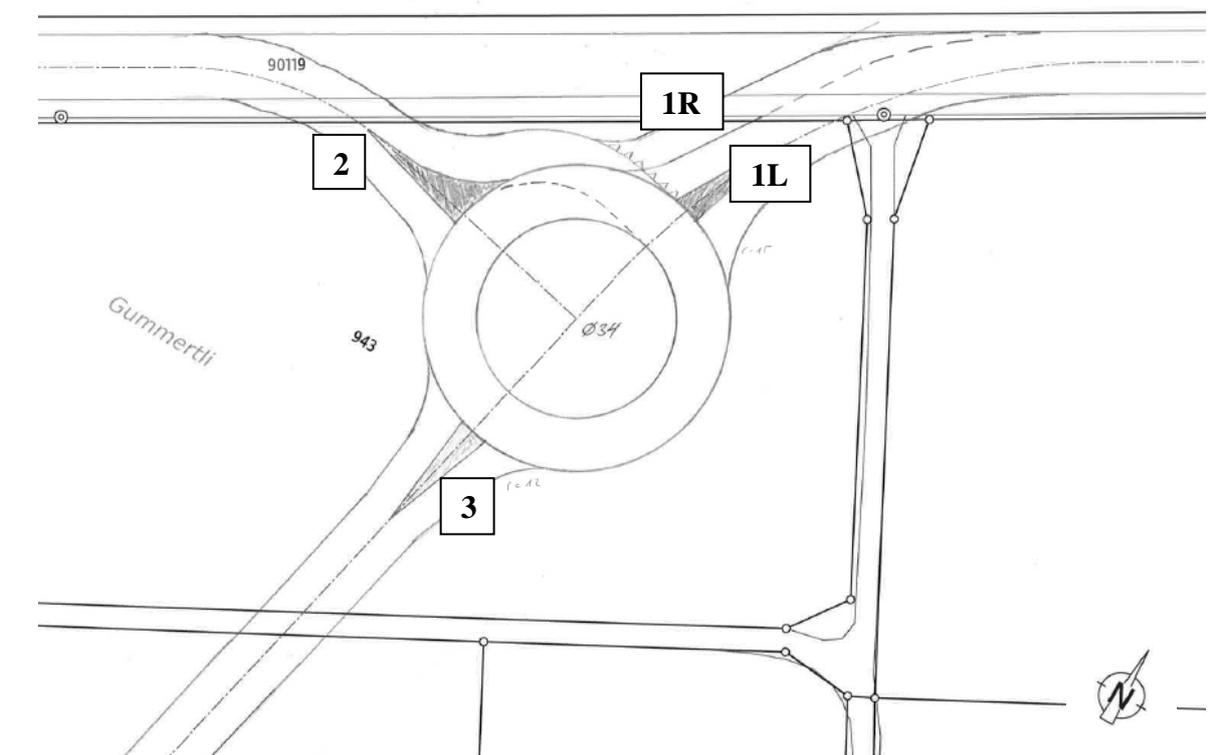
Quelle: (SN 40 019, 2019)

Mit dem Teilausbau Nord kann demzufolge für die Einfahrt 2 (Entlastungsstrasse) die gewünschte Verkehrsqualitätsstufe erreicht werden.

Teilausbau Nord

Um die Leistungsfähigkeit der Einfahrt 1 (Oberbuchsiten) zu verbessern wird empfohlen, die Einfahrt zweispurig zu erstellen, damit sich der starke Verkehrsstrom auf die beiden Spuren verteilen kann. Ein entsprechender Knotenentwurf ist in Abbildung 3-4 dargestellt.

Abbildung 3-4: Teilausbau Nord, Knotenentwurf



Nachweis der Leistungsfähigkeit

Die Leistungsfähigkeit wurde entsprechend den vorherigen Berechnungen gemäss SN 40 024 a berechnet. Die Spuren Einfahrt 1 Rechts (1R) und Einfahrt 1 Links (L) wurden dabei separat, gleich wie bei einspurigen Kreiseln mit einspurigen Einfahrten, berechnet. Um für die Einfahrt 1 auf der sicheren Seite zu liegen, wurde davon ausgegangen, dass keine Längsneigung vorhanden ist (0%). Die Resultate sind in Tabelle 3-6 und Tabelle 3-7 dargestellt. Die genauen Berechnungen können Anhang A2 entnommen werden.

Tabelle 3-6: Szenario 1, Leistungsfähigkeit zweispurige Einfahrt 1 ASP 2040, Längsneigung 0%

Einfahrt	1R	1L	2	3
95%-Rückstaulänge [m]	16	18	15	18
Mittlere Wartezeit w[s]	< 9	< 9	< 9	< 9
Verkehrsqualitätsstufe	A	A	A	A

Tabelle 3-7: Szenario 2, Leistungsfähigkeit zweispurige Einfahrt 1 ASP 2040, Längsneigung 0%

Einfahrt	1R	1L	2	3
95%-Rückstaulänge [m]	6	39	9	27
Mittlere Wartezeit w[s]	< 9	11	< 9	10
Verkehrsqualitätsstufe	A	B	A	A/B

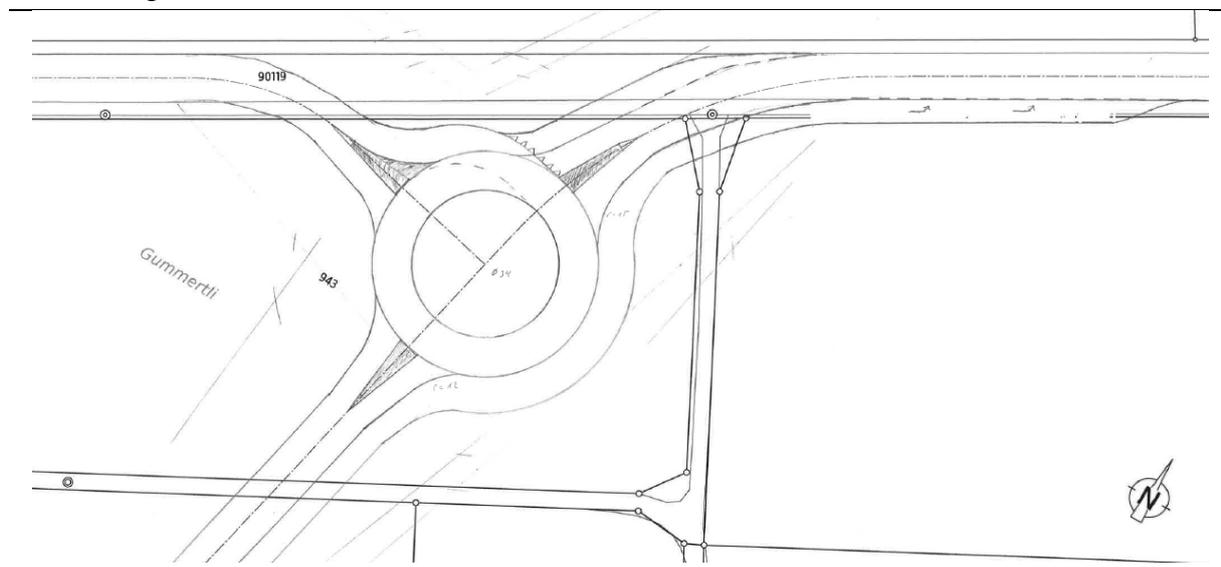
Mit dem Teilausbau Nord kann die Verkehrsqualität bei Einfahrt 1 unter Vernachlässigung des Längsgefälles von Stufe E auf Stufe A bzw. B verbessert werden. Die Massnahme erfüllt damit ihren Zweck. Die gewünschte Verkehrsqualität auf Einfahrt 1 kann damit gewährleistet werden.

Vollausbau

Der Vollausbau kombiniert die Massnahme bei Einfahrt 1 und Einfahrt 3. Ein Knotenentwurf ist in Abbildung 3-5 dargestellt. Für den Vollausbau kann für beide Szenarien für alle Einfahrten eine sehr gute Verkehrsqualität (Stufe A bzw. B) gewährleistet werden.

Soll der Kreisels als Knotenform beibehalten werden, wird deshalb empfohlen, auf jeden Fall den Landbedarf für den Vollausbau sicher zu stellen. Sollte in einem ersten Schritt eine schlankere Kreiselform erstellt werden (einspuriger Kreisels mit einspurigen Einfahrten, nur Teilausbau Nord oder nur Teilausbau Süd) kann der Kreisels bei aufkommendem Bedarf entsprechend erweitert werden. Im Rahmen des Bauprojektes, bei genaueren Informationen über die zu erwartende Verkehrsverteilung, kann abschliessend entschieden werden, welche Ausbaustufe in einem ersten Schritt erstellt werden soll.

Abbildung 3-5: Vollausbau, Knotenentwurf



3.3 Geometrie

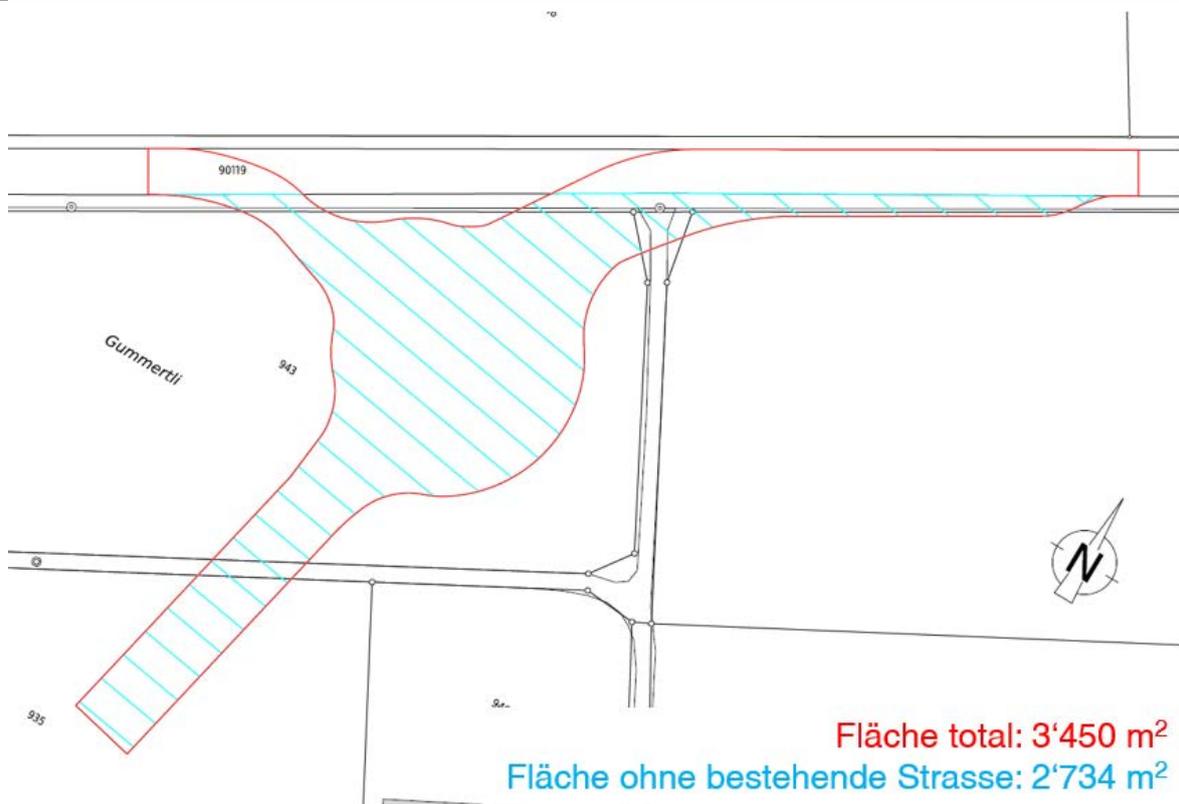
Für den Kreisverkehr wurde ein Durchmesser von 34 m angenommen. Dies liegt im Bereich des Vorprojektes (35 m) sowie vergleichbaren Kreiseln in der Region. Die Ein- und Ausfahrten sowie die Fahrbahnbreite wurden gemäss SN 40 263 sowie der Kreisverkehrsrichtlinie des Kantons Zürich konstruiert.

Die Hauptachse Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse wurde entsprechend dem Vorprojekt beibehalten. Die separaten Einspurstreifen wurden zudem so gestaltet, dass die Fahrzeuge in Richtung Ortsdurchfahrt jeweils die Spur wechseln müssen und die Fahrzeuge auf der Hauptachse Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse auf einer durchgehenden Spur fahren können. Dadurch soll der Verkehr intuitiv auf die Entlastungsstrasse gelenkt werden, ohne dabei die Einfahrt in die Ortsdurchfahrt einzuschränken. Die Knotenentwürfe für den Kreisverkehr im Massstab 1:500 sind in Anhang A6 angehängt.

Flächenbedarf

Zur Bestimmung des Flächenbedarfs wurde auf Grundlage des Knotenentwurfs für die vorliegende Projektarbeit durch Santiah Sureshkumar (BSB+Partner) Abbildung 3-6 erstellt. Der Flächenbedarf ohne die bestehende Strasse liegt bei 2'734 m².

Abbildung 3-6: Flächenbedarf Kreisel Vollausbau.



Quelle: Santiah Sureshkumar, BSB + Partner (2020)

3.4 Langsamverkehr

Nebst der Leistungsfähigkeit und der Geometrie wurden auch mögliche Langsamverkehrsführungen geprüft. Für den Langsamverkehr (LV) ist nur die Achse Oensingen – Oberbuchsiten relevant. Auf der Entlastungsstrasse soll ein Veloverbot gelten. Die möglichen Varianten sind in Abbildung 3-7 bis Abbildung 3-9 dargestellt.

Abbildung 3-7: Langsamverkehrsführung Kreisverkehr, Variante 1

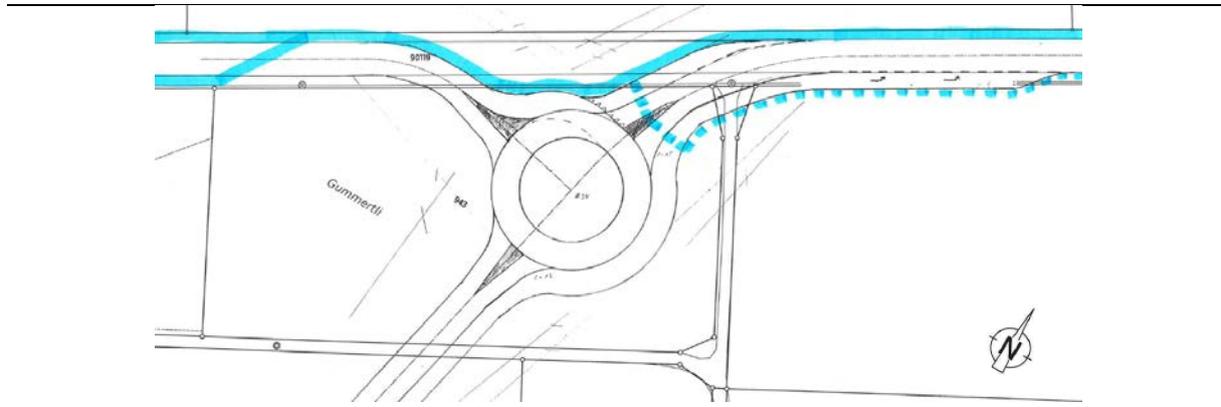


Abbildung 3-8: Langsamverkehrsführung Kreisverkehr, Variante 2

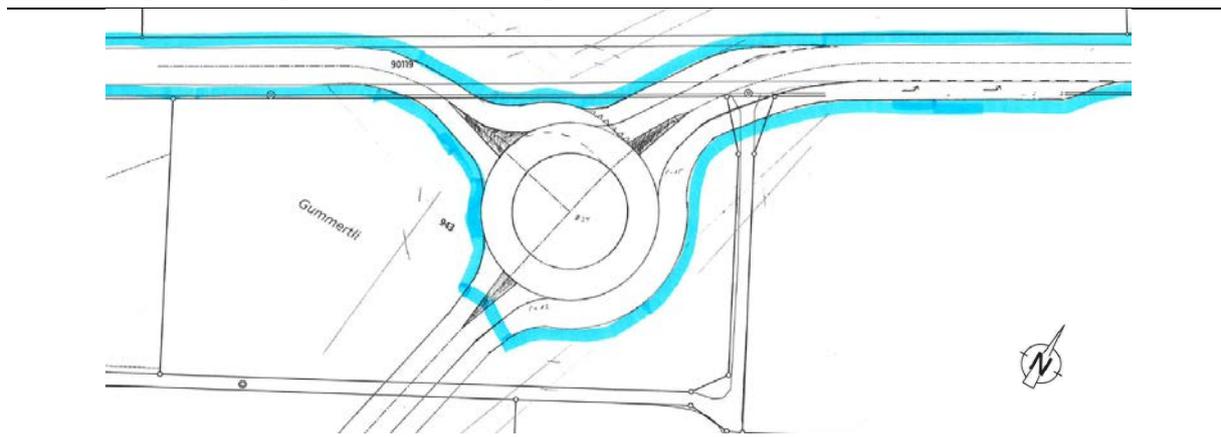
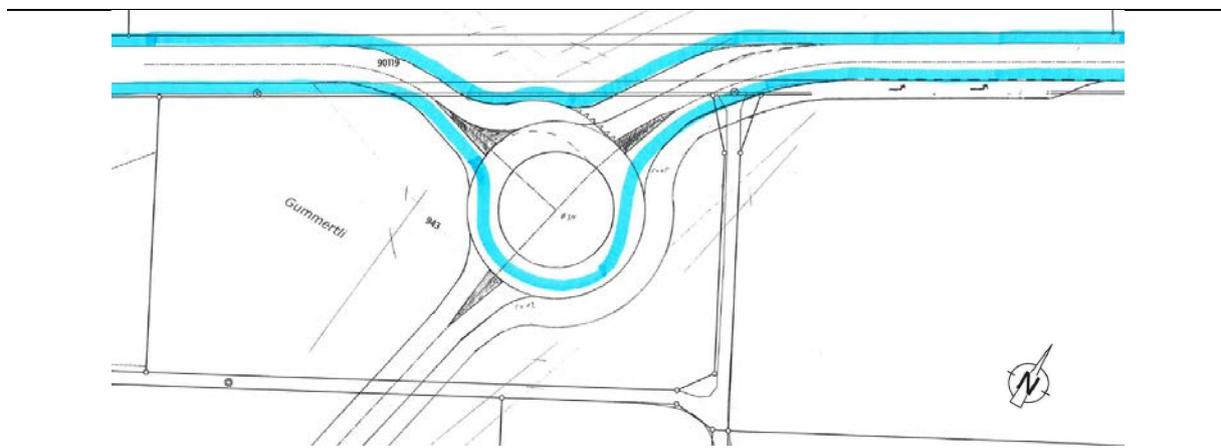


Abbildung 3-9: Langsamverkehrsführung Kreisverkehr, Variante 3



Variante 1

Variante 1 sieht vor, dass der Veloverkehr von der Ortsdurchfahrt vor dem Kreisel auf die andere Strassenseite geführt wird. Nach dem Kreisel könnte die Route rein theoretisch wieder auf die andere Strassenseite geführt werden. Falls der Bypass von der Entlastungsstrasse nach Oberbuchsiten erstellt wird, wird davon aus Sicherheitsgründen jedoch abgeraten. Die Velofahrenden müssten drei Fahrspuren überqueren. Bei der Ausfahrt aus dem Bypass sind zudem mit relativ hohen Geschwindigkeiten zu rechnen. Es wird deshalb empfohlen, die Langsamverkehrsrouten bis nach Oberbuchsiten auf der nördlichen Strassenseite zu führen. Diese Routenführung entspricht auch der aktuellen LV-Planung des Kant. Amtes für Verkehr und Tiefbau.

In der Gegenrichtung Oberbuchsiten – Oensingen ist vorgesehen, den Veloverkehr entlang der Nordseite der Strasse und des Knotens zu führen.

Variante 2

Variante 2 sieht vor, dass der Veloverkehr von Oberbuchsiten nach Oensingen wie in Variante 1 entlang der Nordseite des Knotens geführt wird. Der Veloverkehr in die Gegenrichtung soll auf der Südseite des Knotens die Entlastungsstrasse überqueren und anschliessend südlich der Hauptstrasse H5 weitergeführt werden. Einerseits müssen die Velofahrenden auch bei dieser Variante, falls der Bypass Entlastungsstrasse – Oberbuchsiten erstellt wird, drei Fahrspuren überqueren. Dies ist aus Sicherheitsgründen nicht zu empfehlen. Zudem ist es für die Velofahrenden ein Umweg und sie müssten zusätzlich zuerst mit -5% runter und anschliessend mit +5% Längsneigung wieder hochfahren. Insgesamt wird von Variante 2 abgeraten.

Variante 3

In Variante 3 ist vorgesehen, dass der Veloverkehr von Oensingen nach Oberbuchsiten durch den Kreisel geführt wird. Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens ist auch von dieser Variante aus Sicherheitsgründen abzuraten, insbesondere wenn die Verflechtungsstrecke zwischen dem Bypass und der Hauptstrasse H5 erstellt wird. Die Gegenrichtung würde analog den Varianten 1 und 2 geführt werden.

Schlussfolgerung

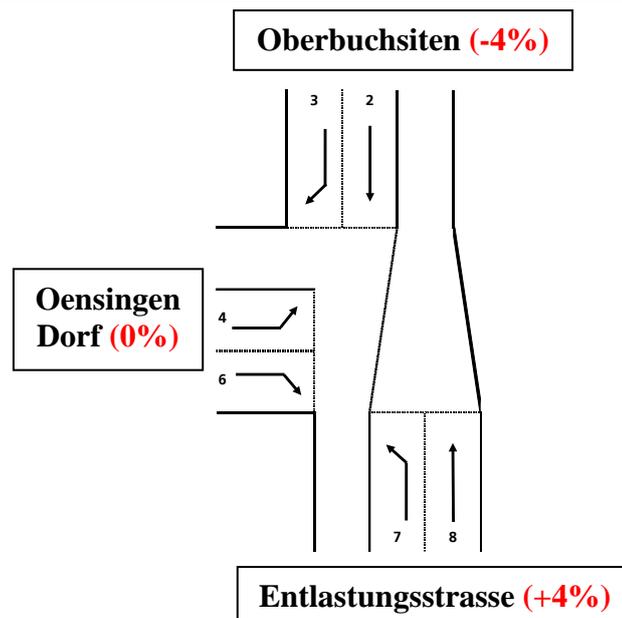
Es ist möglich, Lösungen für den Langsamverkehr zu finden. Es wird empfohlen, im Rahmen des Bauprojektes Variante 1 weiter auszuarbeiten. Von Variante 2 und Variante 3 ist aus sicherheitstechnischen Gründen abzuraten.

4 T-Knoten ohne Lichtsignalanlage

4.1 Leistungsfähigkeit

Als Alternative zum Kreisverkehr wurde ein T-Knoten ohne Lichtsignalanlage untersucht. Die Berechnung erfolgte gemäss VSS SN 40 022. Die grösste Leistungsfähigkeit kann an einem T-Knoten erzielt werden, wenn jede Abbiegebeziehung auf einer separaten Spur geführt wird. Um die maximal mögliche Leistungsfähigkeit des T-Knotens zu berechnen, wurde deshalb diese Ausführungsform gewählt (Abbildung 4-1). Wie für den Kreisverkehr werden auch für den T-Knoten ohne Lichtsignalanlage (LSA) die Verkehrsbelastungen aus Kapitel 2.2 für die beiden Szenarien als Grundlage genommen. Als Hauptachse wird ebenfalls die Achse Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse gewählt.

Abbildung 4-1: Schematische Darstellung Einfahrten und Längsneigung T-Knoten ohne LSA



Die Resultate der Berechnungen sind in den Tabellen 4-1 und 4-2 dargestellt. Die genauen Berechnungen können Anhang A3 entnommen werden.

Tabelle 4-1: Szenario 1, Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA ASP 2040

Spur	2	3	4	6	7	8
Belastungsreserve Ri [PWE/h]	1'356	1'362	-172	709	542	1'037
Mittlere Wartezeit w[s]	< 9	< 9	> 80	< 9	< 9	< 9
Verkehrsqualitätsstufe	A	A	F	A	A	A

Tabelle 4-2: Szenario 2, Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA ASP 2040

Spur	2	3	4	6	7	8
Belastungsreserve Ri [PWE/h]	1'178	1'540	-65	571	542	785
Mittlere Wartezeit w[s]	< 9	< 9	> 80	< 9	< 9	< 9
Verkehrsqualitätsstufe	A	A	F	A	A	A

In beiden Szenarien ist die Verkehrsbelastung auf der Hauptachse Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse (Spur 2 und 8) zu gross, als dass der Linkseinbieger aus der Ortsdurchfahrt (Spur 4) in Richtung Oberbuchsiten abfliessen könnte. Sowohl für das Szenario 1 als auch für das Szenario 2 weist der Linkseinbieger aus der Ortsdurchfahrt (Spur 4) die Verkehrsqualitätsstufe F auf. Die Spur 4 ist demzufolge überlastet und es muss mit starkem Rückstau gerechnet werden. Die übrigen Verkehrsbeziehungen weisen allesamt die Verkehrsqualität A (sehr gut) auf.

Der Linkseinbieger steht bei einem T-Knoten in der Vortritthierarchie zuhinterst. Die Ausfahrt aus der Ortsdurchfahrt (Spur 4) wird insbesondere durch den starken Hauptstrom (Spur 2 und 8) stark behindert. Um die Leistungsfähigkeit der Spur 4 zu verbessern, wird als Massnahme der Knoten so gedreht, dass die Achse Oberbuchsiten – Oensingen die neue Hauptachse bildet.

Neue Hauptachse Oensingen Dorf – Oberbuchsiten

Durch die Änderung der Hauptachse müssen die Fahrzeuge aus der Ortsdurchfahrt in Richtung Oberbuchsiten nicht mehr links einbiegen, sondern sind neu Vortrittsberechtigigt. Die Beziehung Oensingen Dorf – Oberbuchsiten (Spur 4) weist deshalb neu die Verkehrsqualität A (sehr gut) auf. Eine schematische Darstellung des gedrehten Knotens ist in Abbildung 4-2 ersichtlich.

Nebst einer Verbesserung der Verkehrsqualität für die Beziehung Oensingen Dorf – Oberbuchsiten ist eine Verschlechterung der Beziehung Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse sowie Ent-

lastungsstrasse – Oberbuchsitzen (Spur 2+8) zu erwarten, weil diese neu nicht mehr vortrittsberechtigt sind. Der Linkseinbieger aus der Entlastungsstrasse (Spur 7) weist in diesem Fall nur ein sehr geringes Verkehrsaufkommen auf und stellt keine wichtige Beziehung dar. Die Resultate für den gedrehten Knoten sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammengefasst. Die genauen Berechnungen können Anhang A4 entnommen werden.

Abbildung 4-2: Schematische Darstellung Einfahrten und Längsneigung T-Knoten ohne LSA gedreht

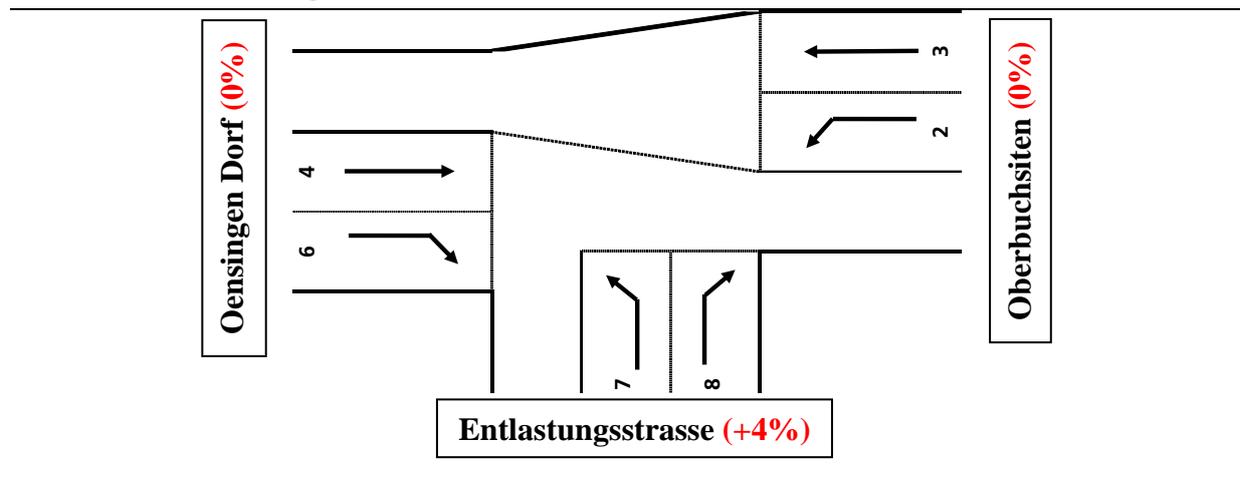


Tabelle 4-3: Szenario 1, Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA ASP 2040, gedreht

Spur	2	3	4	6	7	8
Belastungsreserve Ri [PWE/h]	370	1'250	1'393	1'789	57	-10
Mittlere Wartezeit w[s]	10	< 9	< 9	< 9	60	> 80
Verkehrsqualitätsstufe	A/B	A	A	A	E	F

Tabelle 4-4: Szenario 2, Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA ASP 2040, gedreht

Spur	2	3	4	6	7	8
Belastungsreserve Ri [PWE/h]	360	1'474	1'568	1'789	50	-83
Mittlere Wartezeit w[s]	10	< 9	< 9	< 9	70	> 80
Verkehrsqualitätsstufe	A/B	A	A	A	E	F

Wird der Knoten gedreht und die neue Hauptachse ist Oberbuchsiten – Oensingen (Spur 3+4), so resultiert aufgrund der Steigung von der Entlastungsstrasse von +4% (Spur 7 + 8) eine ungenügende Verkehrsqualität (Stufe E bzw. F) bei der Einfahrt von der Entlastungsstrasse.

Die übrigen Spuren weisen eine sehr gute Verkehrsqualität auf (A bzw. B).

4.2 Massnahmen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit

Eine Möglichkeit, die Verkehrsqualität bei der Einfahrt aus der Entlastungsstrasse (Spur 7 + 8) zu verbessern, wäre die Längsneigung anzupassen. Kann die Steigung auf 0% reduziert werden, würde sich die Verkehrsqualität für Spur 8 von Stufe F auf Stufe B verbessern. Die entsprechenden Berechnungen sind im Anhang A4 ersichtlich. Die Verkehrsqualität für Spur 7 würde jedoch weiterhin ungenügend bleiben (E). Aus diesem Grund und weil eine Anpassung der Längsneigung auf 0% aufgrund der SBB Unterführung nicht realistisch erscheint, wird diese Massnahme nicht weiterverfolgt.

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Knotens wäre eine Verflechtungsstrecke von der Entlastungsstrasse auf die Hauptstrasse in Richtung Oensingen.

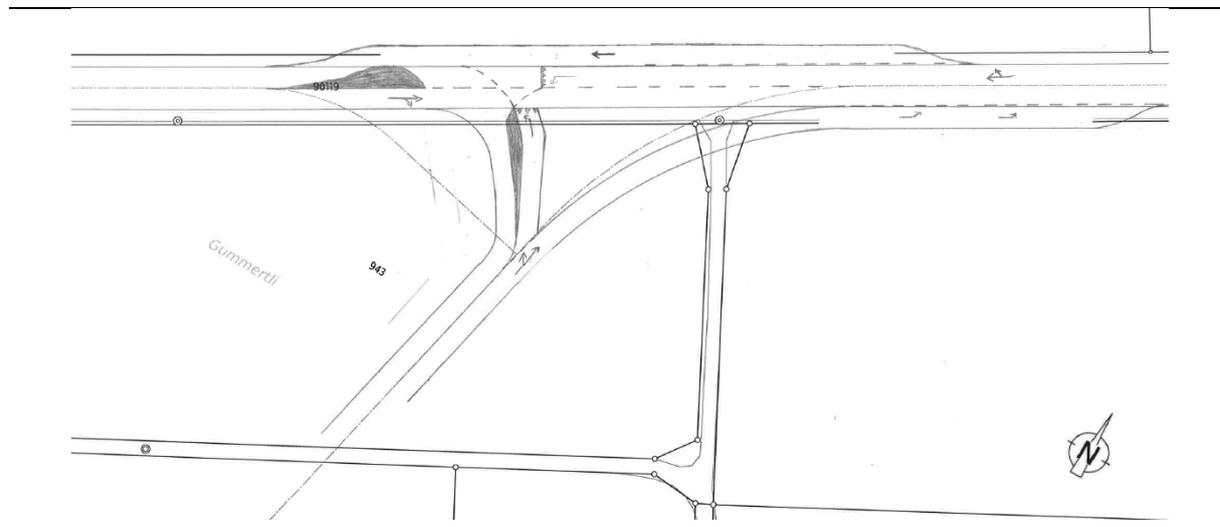
Verflechtungsstrecke

Um die Leistungsfähigkeit der Beziehung Entlastungsstrasse - Oberbuchsiten zu verbessern wird vorgeschlagen, analog zum Teilausbau Süd des Kreisels, den Verkehr von der Entlastungsstrasse mittels einer Verflechtungsstrecke auf der Hauptstrasse H5 mit dem Verkehr aus der Ortsdurchfahrt zusammenzuführen. Ein entsprechender Knotenentwurf ist in Abbildung 3-2 dargestellt.

Nachweis der Leistungsfähigkeit

Der Nachweis der Leistungsfähigkeit der Verflechtungsstrecke erfolgt analog zum Teilausbau Süd des Kreisels (Abschnitt 3.2). Die Verflechtungsstrecke weist demzufolge mindestens die Verkehrsqualitätsstufe B auf. Damit wird auf allen Spuren bis auf Spur 7 (Linkseinbieger von der Entlastungsstrasse nach Oensingen) eine sehr gute Verkehrsqualität erreicht (Stufe A bzw. B). Auf Spur 4 ist trotz der ungenügenden Verkehrsqualitätsstufe E auf Grund des sehr geringen Verkehrsaufkommens (10 Fz/h) nicht mit einem Rückstau zu rechnen.

Abbildung 4-3: T-Knoten ohne LSA mit Verflechtungsstrecke, Knotenentwurf



4.3 Geometrie

Der Knotenentwurf wurde mit Hilfe der Angaben im Skript Entwurf von Strassen, Grundzüge von HR. Müller (2014) erstellt. Um eine genügende Verkehrsqualität für einen T-Knoten ohne LSA zu erreichen, kann die gewünschte Hauptachse Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse kann realisiert werden. Zudem sind die Hauptströme Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse und Entlastungsstrasse – Oberbuchsiten nicht mehr vortrittsberechtigt. Dies erhöht die Gefahr, dass die FahrzeuglenkerInnen nicht wie gewünscht die Entlastungsstrasse nutzen, sondern geradeaus durch die Ortsdurchfahrt fahren.

Die Knotengeometrie ist zudem ungewohnt, was den Knoten für die VerkehrsteilnehmerInnen kompliziert macht. Dies kann sich negativ auf die Verkehrssicherheit auswirken.

Von einem T-Knoten ohne LSA wird aus oben genannten Gründen abgeraten. Die Knotenform wurde im Rahmen der Projektarbeit nicht mehr weiterverfolgt. Die Knotenentwürfe für den T-Knoten ohne LSA im Massstab 1:500 ist im Anhang A6 angehängt.

5 T-Knoten mit Lichtsignalanlage

5.1 Leistungsfähigkeit

Die Leistungsfähigkeit eines T-Knotens mit Lichtsignalanlage (LSA) sowie die Ampelphasen und Grünzeiten können mit Hilfe von VSS 40 023a bestimmt werden. Die Dimensionierung der LSA erfolgt nach dem nachfrageorientierten Verfahren. Als Ausgangslage dienen die erwarteten Verkehrsstärke gemäss Kapitel 2.2.

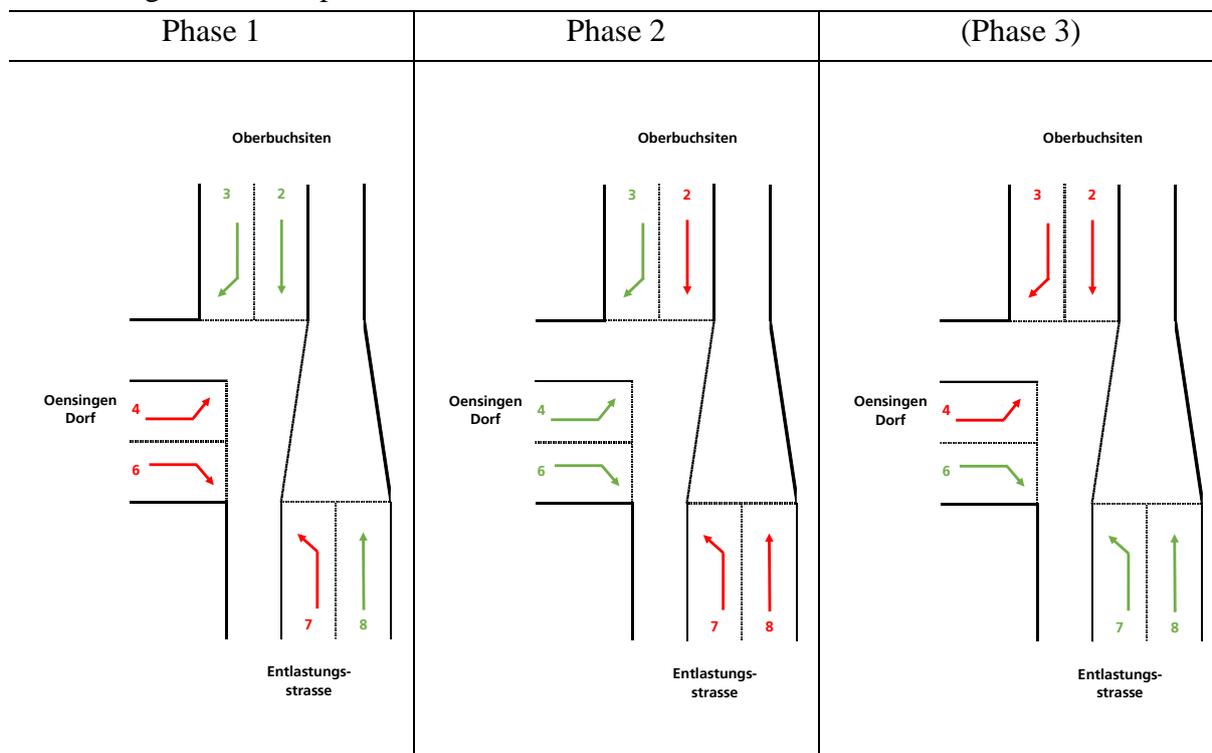
Personenwageneinheiten

Das Gefälle fließt bei der Berechnung der Leistungsfähigkeit der LSA nicht direkt in die Personenwageneinheiten ein, sondern wird indirekt über die Fahrstreifensättigung (S) berücksichtigt. Die ideale Fahrstreifensättigung bei 0% Steigung beträgt $S = 2'000$ PWE/h. Bei einer Steigung von +5% wie dies bei der Zufahrt von der Entlastungsstrasse her der Fall ist, wird die Fahrstreifensättigung um 10% auf 1'800 PWE/h reduziert. Ein Gefälle von -5% wie dies bei der Zufahrt von Oberbuchsiten her der Fall ist, hat gemäss Norm jedoch keinen Einfluss auf die Fahrstreifensättigung. Für die Umrechnung von Fahrzeugen in PWE gilt vereinfacht 1 Fahrzeug = 1 Personenwageneinheit, 1 Lastwagen = 2 Personenwageneinheiten.

Phasenplan

Für eine erste Abschätzung wird derselbe Knoten wie für den T-Knoten ohne LSA verwendet. Jede Abbiegebeziehung weist dabei eine eigene Spur auf. Ein Vorschlag für die Phasen ist in Abbildung 5-1 ersichtlich. Die Phase 3 wird dabei lediglich für den Linksabbieger von der Entlastungsstrasse (Spur Nr. 7) benötigt. Die restlichen Ströme können bereits mit den Phasen 1 und 2 abgedeckt werden. Weil für den Strom Nr. 7 (Entlastungsstrasse – Ortsdurchfahrt) lediglich von einer sehr geringen Verkehrsstärke von 10 Fahrzeugen pro Stunde ausgegangen wird, wird empfohlen, die LSA mittels Detektoren auszustatten. So kann ermöglicht werden, dass die LSA im Normalfall lediglich zwischen Phase 1 und 2 hin und her wechselt. Einzig wenn ein Fahrzeug auf der Linksabbiegespur Nr. 7 wartet, soll die LSA kurz auf Phase 3 schalten. Dadurch steht den anderen beiden Verkehrsströmen mehr Grünzeit zur Verfügung.

Abbildung 5-1: Phasenplan LSA

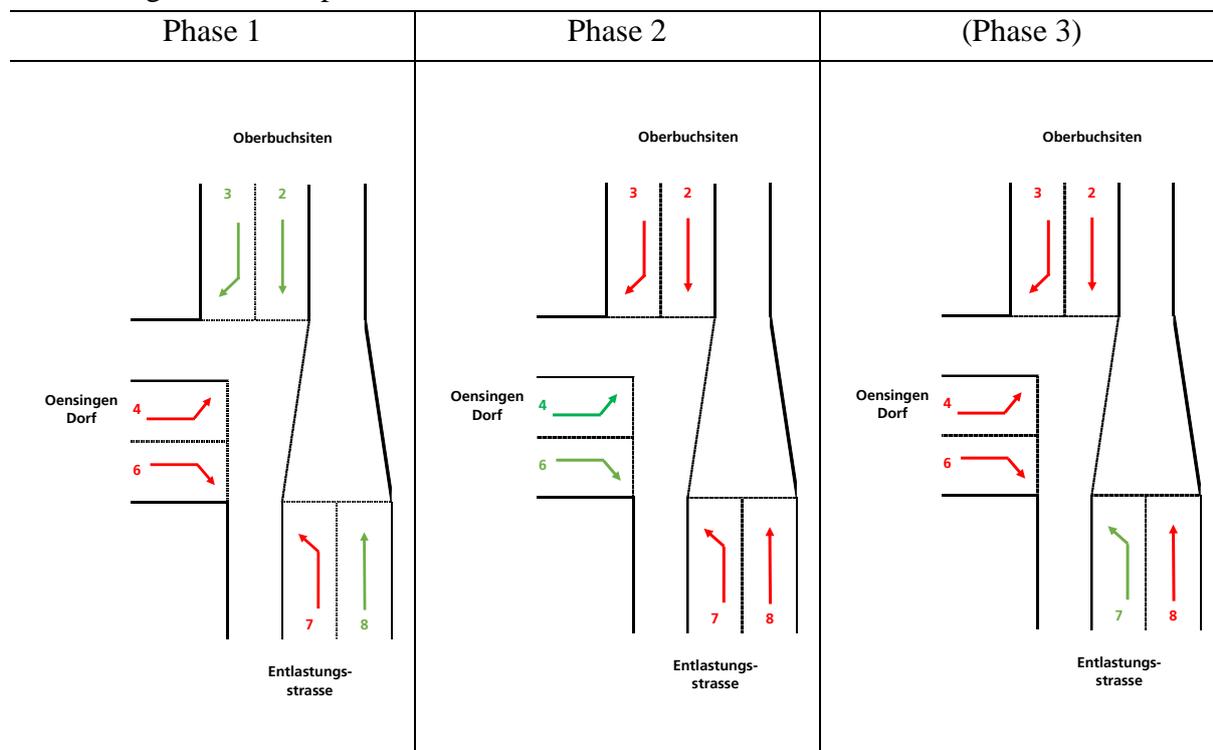


Dadurch, dass der Rechtsabbieger von Oberbuchsiten nach Oensingen Dorf (Spur Nr. 3) ausser in der kurzen Phase 3 immer Grün hat, könnte dies dazu führen, dass die Fahrzeuglenker eher die Ortsdurchfahrt anstatt die Entlastungsstrasse wählen. Um dem entgegenzuwirken, wird empfohlen Spur 3 gleich zu schalten wie Spur 2 und in Phase 2 ebenfalls auf Rot zu schalten.

Eine weitere Möglichkeit wäre es, die beiden Ströme auf einer einzigen Spur zu führen. Davon wird jedoch aufgrund der hohen Verkehrsbelastung abgeraten.

Aus oben genannten Gründen wurde für die Berechnung der Leistungsfähigkeit der Phasenplan in Abbildung 5-2 verwendet. Die Leistungsfähigkeiten liegen damit für alle Spuren auf der sicheren Seite.

Abbildung 5-2: Phasenplan LSA



Die wichtigsten Resultate der Berechnungen der Leistungsfähigkeit sind in der Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2 dargestellt. Die genauen Berechnungen sowie die Angaben zu den Grünzeiten der einzelnen Ampelphasen können Anhang A5 entnommen werden.

Tabelle 5-1: Szenario 1, Leistungsfähigkeit T-Knoten mit LSA ASP 2040

Spur	2	3	4	6	7	8
95% Rückstaulänge [m]	78	72	72	6	6	48
Mittlere Wartezeit w[s]	35	32	45	0	25	17
Verkehrsqualitätsstufe	B/C	B	C	A	B	A

Tabelle 5-2: Szenario 2, Leistungsfähigkeit T-Knoten mit LSA ASP 2040

Spur	2	3	4	6	7	8
95% Rückstaulänge [m]	78	30	72	0	25	13
Mittlere Wartezeit w[s]	24	6	55	0	25	13
Verkehrsqualitätsstufe	B	A	D	A	B	A

Wie aus obigen Tabellen ersichtlich ist, liegt für Szenario 1 bei allen Spuren mindestens die Verkehrsqualitätsstufe C vor. Der Linkseinbieger von der Ortsdurchfahrt (Spur 4) sowie die Fahrzeuge von Oberbuchsiten her (Spur 2) weisen die schlechteste Verkehrsqualität auf. Die beste Verkehrsqualität weist der Verkehrsstrom von der Entlastungsstrasse her auf. Die 95%-Rückstaulänge liegt bei Spur 2,3 und 4 bei 70 – 80m. Die zu erwartende Rückstaulänge wurde bei der Dimensionierung des Knotens berücksichtigt.

Für Szenario 2 werden gegenüber Szenario 1 den Verkehrsströmen entsprechend die Grünphasen angepasst. Aus einer ersten Abschätzung ergeben sich für alle Spuren ausser Spur 4 (Ortsdurchfahrt – Oberbuchsiten) eine Verkehrsqualitätsstufe A oder B. Spur 4 weist lediglich die Verkehrsqualitätsstufe D auf, liegt jedoch noch im für den Nebenstrom akzeptablen Bereich.

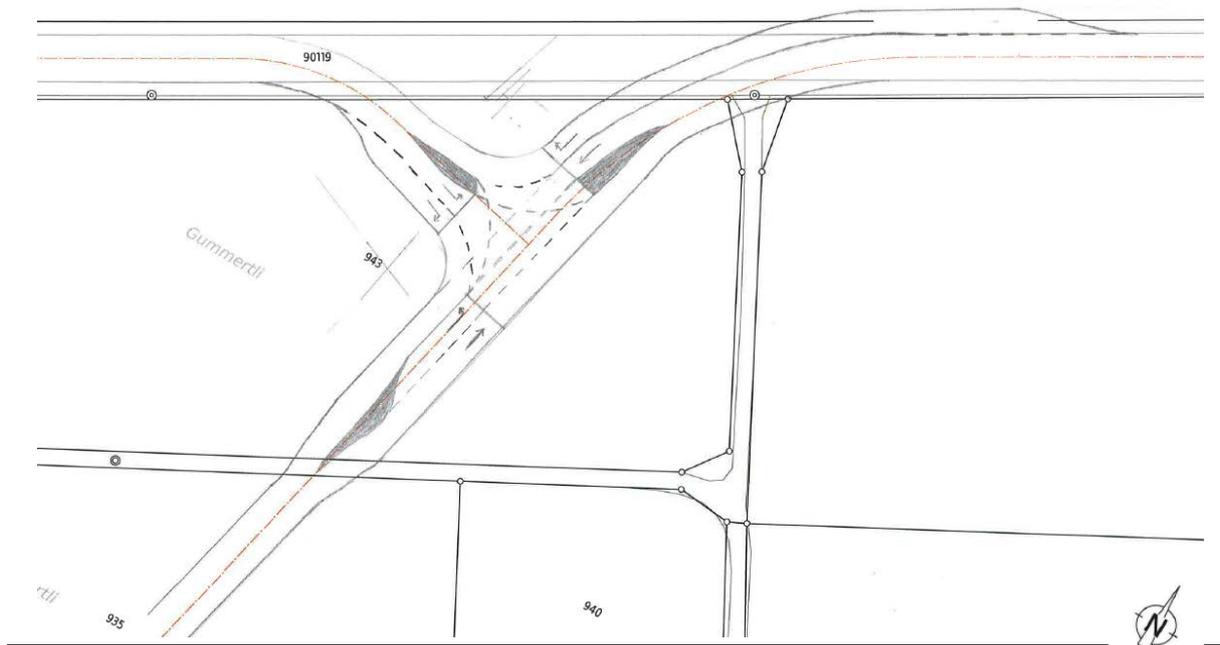
Der Hauptvorteil der Lichtsignalanlage liegt darin, dass der Knoten durch Anpassen der Grünzeiten ohne bauliche Eingriffe jederzeit sich verändernden Verkehrsströmen angepasst werden kann. Dies ist vor allem im Hinblick auf die Unsicherheiten des zukünftigen Verkehrsaufkommens ein grosser Vorteil. Falls die flankierenden Massnahmen (Verkehrsberuhigungen) entlang der Ortsdurchfahrt nicht die gewünschte Wirkung erzielen, könnte die LSA zudem zur Dosierung des Verkehrs auf die Ortsdurchfahrt verwendet werden.

Die Verkehrsqualität liegt mit den Stufen A-D für beide Szenarien für alle Spuren in einem akzeptablen Bereich. Es müssen keine weiteren Massnahmen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit getroffen werden.

5.2 Geometrie

Für die Leistungsfähigkeit der LSA und die Aufteilung der Phasen spielt es keine Rolle, in welche Richtung der Knoten orientiert ist und wie die Hauptachse liegt. Es wird deshalb empfohlen, die gewünschte Hauptachse Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse aus dem Vorprojekt von BSB + Partner beizubehalten. Die separaten Einspurstreifen wurden zudem, wie bereits beim Kreisverkehr, so gestaltet, dass die Fahrzeuge in Richtung Ortsdurchfahrt jeweils die Spur wechseln müssen und die Fahrzeuge auf der Hauptachse Oberbuchsiten – Entlastungsstrasse auf einer durchgehenden Spur fahren können. Durch diese beiden Massnahmen können die FahrzeuglenkerInnen eher dazu motiviert werden, auf die Umfahrungsstrasse zu fahren. Ein Knotenentwurf ist in Abbildung 5-3 dargestellt.

Abbildung 5-3: T-Knoten mit LSA, Knotenentwurf



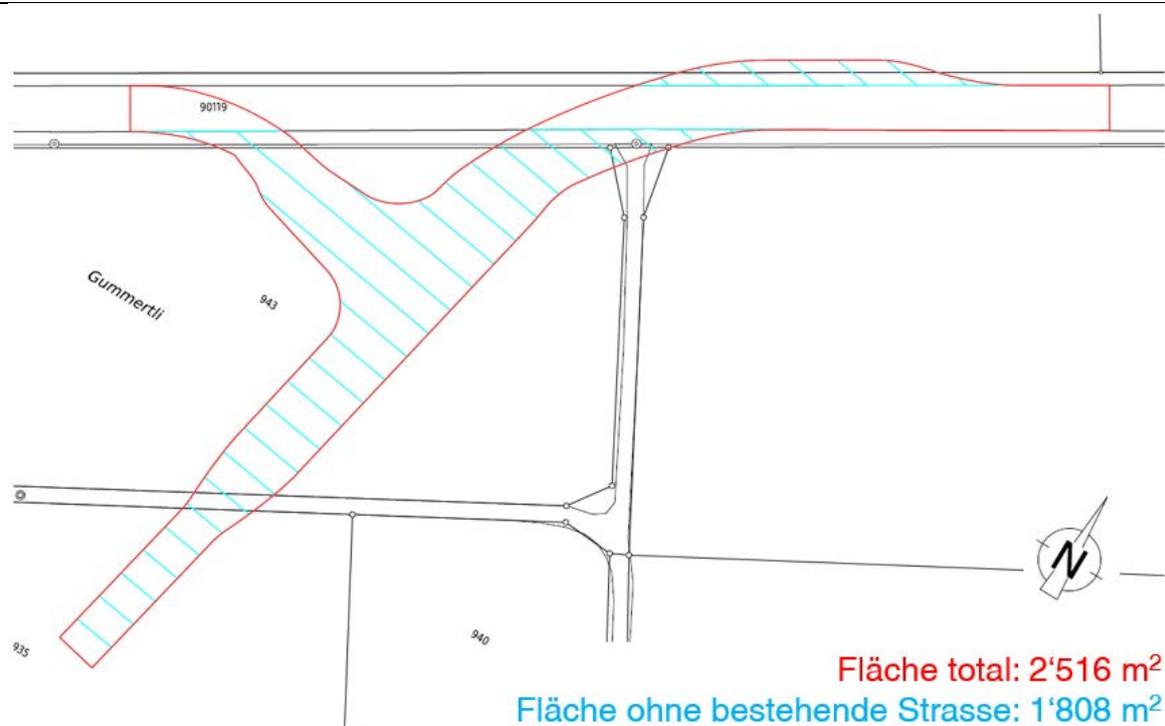
Der Knotenentwurf wurde mit Hilfe der Angaben im Skript Entwurf von Strassen, Grundzüge von HR. Müller (2014) erstellt. Im Rahmen des Bauprojektes muss ein besonderes Augenmerk auf die Anordnung der Verkehrsinseln sowie der Ampeln und der Haltebalken gelegt werden. Weiter ist die Länge der Einspurstrecken zu überprüfen.

Von der Ortsdurchfahrt her konnte alternativ auch nur eine Spur erstellt werden. Dies weil der Linksabbieger von der Ortsdurchfahrt auf die Umfahrungsstrasse kaum frequentiert wird. Der Knotenentwurf für den T-Knoten mit LSA im Massstab 1:500 sind in Anhang A6 angehängt.

Flächenbedarf

Zur Bestimmung des Flächenbedarfs wurde auf Grundlage des Knotenentwurfs für die vorliegende Projektarbeit durch Santiah Sureshkumar (BSB+Partner) Abbildung 5-4 erstellt. Der Flächenbedarf ohne die bestehende Strasse liegt bei 1'808 m² und liegt damit rund 30 % tiefer als für den Knoten mit Kreisverkehr.

Abbildung 5-4: Flächenbedarf T-Knoten mit LSA



Quelle: Santiah Sureshkumar, BSB + Partner (2020)

5.3 Langsamverkehr

Nebst der Leistungsfähigkeit und der Geometrie wurden auch mögliche Langsamverkehrsführungen geprüft. Für den Langsamverkehr ist nur die Achse Oensingen – Oberbuchsitzen relevant. Auf der Entlastungsstrasse soll ein Veloverbot gelten. Die möglichen Varianten sind in Abbildung 5-5 und Abbildung 5-6 dargestellt.

Variante 1

Variante 1 sieht die gleiche Langsamverkehrsführung vor wie Variante 1 für den Kreisverkehr. Der gesamte Langsamverkehr soll entlang der Nordseite des Knotens sowie der Hauptstrasse H5 geführt werden. Im Gegensatz zum Kreisverkehr könnte mit Hilfe der Lichtsignalanlage ein gesicherter Übergang zurück auf die Südseite erstellt werden. Für Variante 1 wird jedoch in Abstimmung mit dem übergeordneten Langsamverkehrskonzept des AVT empfohlen, die Velofahrenden auf der Nordseite bis nach Oberbuchsitzen zu führen.

Variante 2

Bei Variante 2 soll der Veloverkehr von Oensingen nach Oberbuchsiten auf einer markierten Velospur über den Knoten geführt werden. Nach dem Knoten soll der Langsamverkehr auf der Südseite weitergeführt werden. In Gegenrichtung soll der Langsamverkehr wie in allen Varianten auf der Nordseite geführt werden. Variante 2 ist ebenfalls möglich, weil durch die Lichtsignalanlage auch der Langsamverkehr sicher durch den Knoten geführt werden kann.

Abbildung 5-5: Langsamverkehrsführung T-Knoten mit LSA, Variante 1

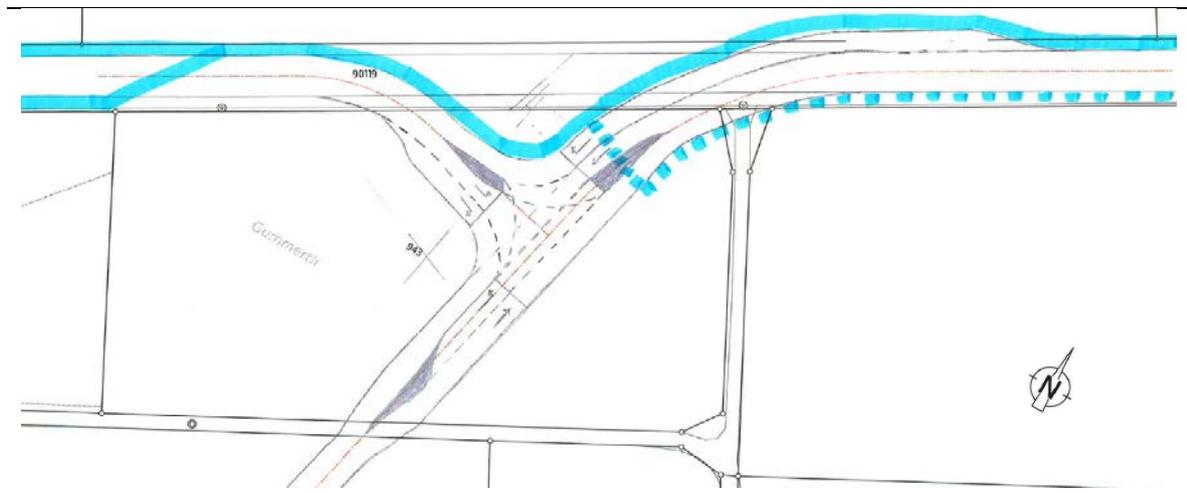
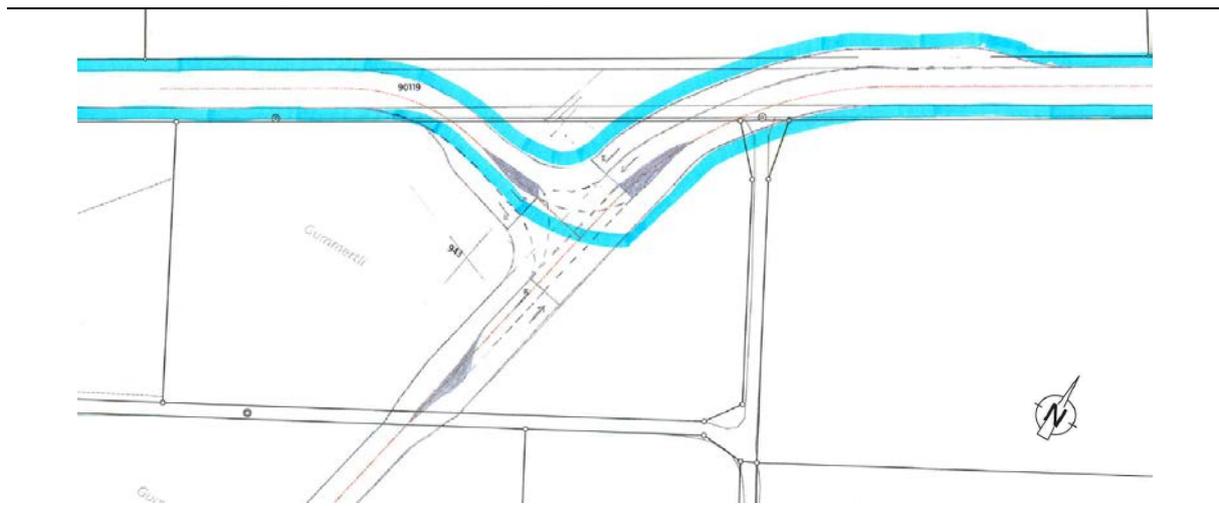


Abbildung 5-6: Langsamverkehrsführung T-Knoten mit LSA, Variante 2



Schlussfolgerung

Für den T-Knoten mit LSA sind beide Langsamverkehrsmöglichkeiten umsetzbar. Es wird empfohlen, beide Varianten im Rahmen des Bauprojekts weiter auszuarbeiten, bevor ein definitiver Variantenentscheid getroffen wird.

6 Schlussfolgerung

Die wichtigsten Erkenntnisse aus den Untersuchungen zum Kreisverkehr und dem T-Knoten mit LSA sind in nachfolgender Tabelle 6-1 noch einmal zusammengefasst.

Tabelle 6-1: Variantenvergleich Kreisverkehr - T-Knoten mit LSA

Kreisel		T-Knoten mit LSA	
++	Sehr gute Verkehrsqualität bei Vollausbau	+	Ausreichende Verkehrsqualität
0	Bei Teilausbau evt. bauliche Anpassungen nötig.	++	Anpassungen einfach umsetzbar
++	Wunschachse möglich	++	Wunschachse möglich.
+	Langsamverkehrsführung möglich	++	Langsamverkehrsführung möglich
-	Grosser Platzbedarf	+	Mittlerer Platzbedarf

Die Entlastung Oensingen sowie die Umgestaltung der Ortsdurchfahrt stellen für die Einwohnergemeinde Oensingen ein Jahrhundertprojekt dar. Der Knoten Oensingen Ost erfüllt im Gesamtprojekt eine wichtige Funktion. Der Variantenentscheid ist dementsprechend gut abzuwägen.

Sowohl der Kreisel als auch ein T-Knoten mit LSA können für den Knoten Oensingen Ost in Betracht gezogen werden. Der Entscheid für die eine oder andere Knotenform ist hauptsächlich davon abhängig ob man der zu erwartenden Verkehrsqualität oder der Flexibilität des Knotens eine grössere Bedeutung zumisst. Von einem T-Knoten ohne Lichtsignalanlage wird abgeraten.

Aufgrund des Platzbedarfes und der hohen Flexibilität schneidet der T-Knoten mit LSA im direkten Vergleich mit dem Kreisverkehr leicht besser ab. Insbesondere weil die Vorhersagen zur Verkehrsentwicklung mit vielen Unsicherheiten verbunden sind, bietet die schnelle Anpassungsmöglichkeit des T-Knotens mit LSA einen nicht zu unterschätzenden Mehrwert. Falls die flankierenden Massnahmen (Verkehrsberuhigungen) entlang der Ortsdurchfahrt nicht die gewünschte Wirkung erzielen, könnte die LSA zudem zur Dosierung des Verkehrs auf die Ortsdurchfahrt verwendet werden.

7 Ausblick

Folgende Arbeiten konnten im Rahmen der vorliegenden Projektarbeit nicht ausgeführt werden, müssen aber bei der weiteren Bearbeitung des Projektes berücksichtigt werden.

- **Kostenschätzung:** Für den vollständigen Variantenvergleich sollte noch eine Kostenschätzung +/- 20% erstellt werden, damit auch der wirtschaftliche Aspekt in den Variantenentscheid miteinbezogen werden kann. Dabei sind sowohl die Erstellungs- als auch die Unterhaltskosten zu beachten.
- **Sichtbarkeit Ampeln und Rückstau:** Zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit müssen die Sichtbarkeit der Ampeln sowie der Stauenden geprüft werden.
- **Langsamverkehr:** Die vorgeschlagenen Varianten zur Langsamverkehrsführung müssen weiter ausgearbeitet und detailliert, sowie mit den übergeordneten Fachstellen abgesprochen werden.
- **Anschluss Flurwege:** Der Anschluss der Flurwege muss geprüft und gelöst werden.
- **Ausnahmetransportroute:** Die Ausnahmetransportroute führt durch den Knoten Oensingen Ost. Sowohl für den Kreisverkehr als auch für den T-Knoten mit LSA können Lösungen für die Ausnahmetransportroute gefunden werden. Insbesondere für den T-Knoten mit LSA sind jedoch die Lage der Verkehrsinseln sowie der Verkehrsampeln genau zu prüfen.
- **Einfahrtsbereich von Oberbuchsiten:** Der Einfahrtsbereich von Oberbuchsiten her ist so zu gestalten, dass der Knoten Oensingen Ost rechtzeitig ersichtlich ist und die Geschwindigkeiten entsprechend angepasst werden. Ebenso ist die erlaubte Höchstgeschwindigkeit zu definieren.
- **Strassenraumgestaltung:** Mit einer unterstützenden Strassenraumgestaltung soll die Hauptachse zusätzlich optisch unterstützt werden. Damit das Ziel, die VerkehrsteilnehmerInnen auf die Umfahrungsstrasse zu lenken möglichst intuitiv erreicht werden kann.

8 Literatur

- AVT. (26. 11 2020). Amt für Verkehr und Tiefbau Solothurn. *Web GIS Client Kanton Solothurn*. Von <https://geo.so.ch>, Verkehrszählstellen.
- BSB+Partner. (2019). *Entlastung Oensingen, Vorprojekt*. Oensingen.
- GVM-SO 2040. (26. 11 2020). Gesamtverkehrsmodell Kanton Solothurn 2040. Amt für Verkehr und Tiefbau Solothurn. *Web GIS Client Kanton Solothurn*. Von <https://geo.so.ch>, Gesamtverkehrsmodell.
- HR. Müller. (2014). Hansruedi Müller. *Entwurf von Strassen, Grundzüge*. Zürich.
- SN 40 019. (2019). *Leistungsfähigkeit, Verkehrsbelastung, Belastbarkeit - Einfahrten in Hochleistungsstrassen*. Zürich: Verband Schweizerischer Strassen- und Verkehrsfachleute VSS.
- SN 40 022. (1999). *Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit - Knoten ohne Lichtsignalanlagen*. Zürich: Verband Schweizerischer Strassen- und Verkehrsfachleute VSS.
- SN 40 023a. (1999). *Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit - Knoten mit Lichtsignalanlage*. Zürich: Verband Schweizerischer Strassen- und Verkehrsfachleute VSS.
- SN 40 024a. (2006). *Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit - Knoten mit Kreisverkehr*. Zürich: Verband Schweizerischer Strassen- und Verkehrsfachleute VSS.
- SN 40 263. (2019). *Knoten - Knoten mit Kreisverkehr*. Zürich: Verband Schweizerischer Strassen- und Verkehrsfachleute VSS.
- Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich. (2008). *Kreiselrichtlinie Kanton Zürich*. Zürich: Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich, Verkehrs und Infrastruktur Strasse und Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt.

Anhänge

A 1 Leistungsfähigkeit einspuriger Kreisel mit einspuriger Einfahrt, ASP 2040

Gefälle +4% von Entlastungsstrasse, -4% von Oberbuchsiten, 0% von Oensingen

Die Berechnungen der Leistungsfähigkeit sowie der Verkehrsqualität erfolgen nach SN 40 024a.

Szenario 1			
Einfahrt	1	2	3
Umrechnungsfaktor f(PW)	0.8	1	1.4
Umrechnungsfaktor f(LZ)	1.2	2	6
Personenwagen PW [Fz/h]	1'068	408	370
Lastzüge LZ [Fz/h]	23	5	44
Verkehrsstärke Kreiseleinfahrt $Q_{Ei(Fz)}$ [Fz/h]	1'091	413	414
Verkehrsstärke Kreiseleinfahrt $Q_{Ei(PWE)}$ [PWE/h]	882	418	782
Verkehrsstärke Kreiselfahrbahn Q_{Ki} [PWE/h]	10	441	408
Leistungsfähigkeit Einfahrt L_{Ei} [PWE/h]	1'135	886	905
Belastungsreserve R [PWE/h]	253	468	123
Auslastungsgrad X ($X = Q_{Ei} / L_{Ei}$)	0.777	0.472	0.864
95% Rückstaulänge [m]	54	18	42
Mittlere Wartezeit [s]	14	9	27
Verkehrsqualitätsstufe	B	A	C

Szenario 2			
Einfahrt	1	2	3
Umrechnungsfaktor f(PW)	0.8	1	1.4
Umrechnungsfaktor f(LZ)	1.2	2	6
Personenwagen PW [Fz/h]	1'068	237	541
Lastzüge LZ [Fz/h]	23	3	46
Verkehrsstärke Kreiseinfahrt $Q_{Ei(Fz)}$ [Fz/h]	1'091	240	587
Verkehrsstärke Kreiseinfahrt $Q_{Ei(PWE)}$ [PWE/h]	882	243	1'033
Verkehrsstärke Kreiselfahrbahn Q_{Ki} [PWE/h]	10	617	233
Leistungsfähigkeit Einfahrt L_{Ei} [PWE/h]	1'135	784	1'006
Belastungsreserve R [PWE/h]	253	541	-27
Auslastungsgrad X ($X = Q_{Ei} / L_{Ei}$)	0.777	0.310	1.027
95% Rückstaulänge [m]	54	6	240
Mittlere Wartezeit [s]	14	<9	>80
Verkehrsqualitätsstufe	B	A	F

Gefälle 0% von Entlastungsstrasse, 0% von Oberbuchsiten, 0% von Oensingen

Szenario 1			
Einfahrt	1	2	3
Umrechnungsfaktor f(PW)	1	1	1
Umrechnungsfaktor f(LZ)	2	2	2
Personenwagen PW [Fz/h]	1'068	408	370
Lastzüge LZ [Fz/h]	23	5	44
Verkehrsstärke Kreiseinfahrt $Q_{Ei(Fz)}$ [Fz/h]	1'091	413	414
Verkehrsstärke Kreiseinfahrt $Q_{Ei(PWE)}$ [PWE/h]	1'114	418	458
Verkehrsstärke Kreiselfahrbahn Q_{Ki} [PWE/h]	10	441	408
Leistungsfähigkeit Einfahrt L_{Ei} [PWE/h]	1'135	886	905
Belastungsreserve R [PWE/h]	21	468	447
Auslastungsgrad X ($X = Q_{Ei} / L_{Ei}$)	0.981	0.472	0.506
95% Rückstaulänge [m]	240	15	18
Mittlere Wartezeit [s]	70	< 9	< 9
Verkehrsqualitätsstufe	E	A	A

Szenario 2			
Einfahrt	1	2	3
Umrechnungsfaktor f(PW)	1	1	1
Umrechnungsfaktor f(LZ)	2	2	2
Personenwagen PW [Fz/h]	1'068	237	541
Lastzüge LZ [Fz/h]	23	3	46
Verkehrsstärke Kreiseinfahrt $Q_{Ei(Fz)}$ [Fz/h]	1'091	240	587
Verkehrsstärke Kreiseinfahrt $Q_{Ei(PWE)}$ [PWE/h]	1'114	243	633
Verkehrsstärke Kreiselfahrbahn Q_{Ki} [PWE/h]	10	617	233
Leistungsfähigkeit Einfahrt L_{Ei} [PWE/h]	1'135	784	1'006
Belastungsreserve R [PWE/h]	21	541	373
Auslastungsgrad X ($X = Q_{Ei} / L_{Ei}$)	0.981	0.310	0.629
95% Rückstaulänge [m]	270	9	27
Mittlere Wartezeit [s]	70	< 9	10
Verkehrsqualitätsstufe	E	A	A / B

A 2 Leistungsfähigkeit Teilausbau Süd, ASP 2040

Gefälle 0% von Entlastungsstrasse, 0% von Oberbuchsiten, 0% von Oensingen

Die Berechnungen der Leistungsfähigkeit sowie der Verkehrsqualität erfolgen nach SN 40 024a.

Szenario 1				
Einfahrt	1R	1L	2	3
Umrechnungsfaktor f(PW)	1	1	1	1
Umrechnungsfaktor f(LZ)	2	2	2	2
Personenwagen PW [Fz/h]	540	528	408	370
Lastzüge LZ [Fz/h]	5	18	5	44
Verkehrsstärke Kreiseleinfahrt $Q_{Ei(Fz)}$ [Fz/h]	545	546	413	414
Verkehrsstärke Kreiseleinfahrt $Q_{Ei(PWE)}$ [PWE/h]	550	564	418	458
Verkehrsstärke Kreiselfahrbahn Q_{Ki} [PWE/h]	10	10	441	408
Leistungsfähigkeit Einfahrt L_{Ei} [PWE/h]	1'135	1'135	886	905
Belastungsreserve R [PWE/h]	585	571	468	447
Auslastungsgrad X ($X = Q_{Ei} / L_{Ei}$)	0.484	0.497	0.472	0.506
95% Rückstaulänge [m]	16	17	15	18
Mittlere Wartezeit [s]	< 9	< 9	< 9	< 9
Verkehrsqualitätsstufe	A	A	A	A

Szenario 2				
Einfahrt	1R	1L	2	3
Umrechnungsfaktor f(PW)	1	1	1	1
Umrechnungsfaktor f(LZ)	2	2	2	2
Personenwagen PW [Fz/h]	320	748	237	541
Lastzüge LZ [Fz/h]	3	20	3	46
Verkehrsstärke Kreiseinfahrt $Q_{Ei(Fz)}$ [Fz/h]	323	768	240	587
Verkehrsstärke Kreiseinfahrt $Q_{Ei(PWE)}$ [PWE/h]	326	788	243	633
Verkehrsstärke Kreiselfahrbahn Q_{Ki} [PWE/h]	10	10	617	233
Leistungsfähigkeit Einfahrt L_{Ei} [PWE/h]	1'135	1'135	784	1'006
Belastungsreserve R [PWE/h]	809	347	541	373
Auslastungsgrad X ($X = Q_{Ei} / L_{Ei}$)	0.287	0.694	0.310	0.629
95% Rückstaulänge [m]	6	39	9	27
Mittlere Wartezeit [s]	< 9	11	< 9	10
Verkehrsqualitätsstufe	A	B	A	A/B

A 3 Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA, ASP 2040

Gefälle +4% von Entlastungsstrasse, 0% von Oberbuchsiten, 0% von Oensingen

Die Berechnungen der Leistungsfähigkeit sowie der Verkehrsqualität erfolgen nach SN 40 022.

Szenario 1

Szenario 2

Spur Nr.	Ist PWE/h	Anzahl Spuren	pro Spur		Belastung Fz/h	Massgebender Hauptstr. qpl [PWE/h]	Grundleistungsfähigkeit Gi	Auslastungsgrad ai	Wahrsch. staufrei po,i	Leistungsfähigkeit Li bzw. Lim	Reserve Ri	Wartezeit w [s]	Qualitätsstufe
			PWE/h	Fz/h									
2	444	1	444	444	444	1'800	24.7%	0.75	1'800	1'356	< 9	A	
3	438	1	438	438	438	1'800	24.3%	0.76	1'800	1'362	< 9	A	
4	407	1	407	407	407	243	173.0%	-0.73	235	-172	> 80	F	
6	11	1	11	11	11	444	1.5%	0.98	720	709	< 9	A	
7	19	1	19	19	19	882	3.3%	0.97	561	542	< 9	A	
8	763	1	763	763	763	1'800	42.4%	0.58	1'800	1'037	< 9	A	

Spur Nr.	Ist PWE/h	Anzahl Spuren	pro Spur		Belastung Fz/h	Massgebender Hauptstr. qpl [PWE/h]	Grundleistungsfähigkeit Gi	Auslastungsgrad ai	Wahrsch. staufrei po,i	Leistungsfähigkeit Li bzw. Lim	Reserve Ri	Wartezeit w [s]	Qualitätsstufe
			PWE/h	Fz/h									
2	622	1	622	622	622	1'800	34.6%	0.65	1'800	1'178	< 9	A	
3	260	1	260	260	260	1'800	14.4%	0.86	1'800	1'540	< 9	A	
4	232	1	232	232	232	173	138.8%	-0.39	167	-65	> 80	F	
6	11	1	11	11	11	582	1.9%	0.98	582	571	< 9	A	
7	19	1	19	19	19	882	3.3%	0.97	561	542	< 9	A	
8	1'015	1	1'015	1'015	1'015	1'800	56.4%	0.44	1'800	785	< 9	A	

A 4 Leistungsfähigkeit T-Knoten ohne LSA, ASP 2040 gedreht

Gefälle +4% von Entlastungsstrasse, 0% von Oberbuchsiten, 0% von Oensingen

Die Berechnungen der Leistungsfähigkeit sowie der Verkehrsqualität erfolgen nach SN 40 022.

Szenario 1

Spur Nr.	Ist PWE/h	Anzahl Spuren	pro Spur PWE/h	Belastung Fz/h	Massgebender Hauptstr. qpl [PWE/h]	Grundleistungsfähigkeit Gi	Auslastungsgrad ai	Wahrsch. staufrei po,i	Leistungsfähigkeit Li bzw. Lim	Reserve Ri	Wartezeit w [s]	Qualitätsstufe
4	407	1	407	407	1'800	22.6%	0.77	1'800	1'393	< 9	A	
6	11	1	11	11	1'800	0.6%	0.99	1'800	1'789	< 9	A	
7	19	1	19	19	1'521	24.5%	0.75	76	57	60	E	
8	763	1	763	763	407	101.4%	-0.01	753	-10	> 80	F	
2	564	1	564	564	934	60.4%	0.40	934	370	10	A/B	
3	550	1	550	550	1'800	30.6%	0.69	1'800	1'250	< 9	A	

Szenario 2

Spur Nr.	Ist PWE/h	Anzahl Spuren	pro Spur PWE/h	Belastung Fz/h	Massgebender Hauptstr. qpl [PWE/h]	Grundleistungsfähigkeit Gi	Auslastungsgrad ai	Wahrsch. staufrei po,i	Leistungsfähigkeit Li bzw. Lim	Reserve Ri	Wartezeit w [s]	Qualitätsstufe
4	232	1	232	232	1'800	12.9%	0.87	1'800	1'568	< 9	A	
6	11	1	11	11	1'800	0.6%	0.99	1'800	1'789	< 9	A	
7	19	1	19	19	1'346	27.1%	0.73	69	50	70	E	
8	1'015	1	1'015	1'015	232	108.9%	-0.09	932	-83	> 80	F	
2	788	1	788	788	1'148	68.7%	0.31	1'148	360	10	A/B	
3	326	1	326	326	1'800	18.1%	0.82	1'800	1'474	< 9	A	

Gefälle +0% von Entlastungsstrasse, 0% von Oberbuchsiten, 0% von Oensingen

Die Berechnungen der Leistungsfähigkeit sowie der Verkehrsqualität erfolgen nach SN 40 022.

Szenario 1

Spur Nr.	Ist PWE/h	Anzahl Spuren	pro Spur		Belastung Fz/h	Massgebender Hauptstr. qpi [PWE/h]	Grundleistungsfähigkeit Gi	Auslastungsgrad ai	Wahrsch. staufrei po,i	Leistungsfähigkeit Li bzw. Lim	Reserve Ri	Wartezeit w [s]	Qualitätsstufe
			PWE/h	Fz/h									
4	407	1	407	407	1'800	22.6%	0.77	1'800	1'393	<9	A		
6	11	1	11	11	1'800	0.6%	0.99	1'800	1'789	<9	A		
7	11	1	11	11	1'521	14.5%	0.85	76	65	57	E		
8	447	1	447	447	407	59.3%	0.41	753	306	11	B		
2	564	1	564	564	934	60.4%	0.40	934	370	10	A/B		
3	550	1	550	550	1'800	30.6%	0.69	1'800	1'250	<9	A		

Szenario 2

Spur Nr.	Ist PWE/h	Anzahl Spuren	pro Spur		Belastung Fz/h	Massgebender Hauptstr. qpi [PWE/h]	Grundleistungsfähigkeit Gi	Auslastungsgrad ai	Wahrsch. staufrei po,i	Leistungsfähigkeit Li bzw. Lim	Reserve Ri	Wartezeit w [s]	Qualitätsstufe
			PWE/h	Fz/h									
4	232	1	232	232	1'800	12.9%	0.87	1'800	1'568	<9	A		
6	11	1	11	11	1'800	0.6%	0.99	1'800	1'789	<9	A		
7	11	1	11	11	1'346	16.0%	0.84	69	58	70	E		
8	622	1	622	622	232	66.8%	0.33	932	310	11	B		
2	788	1	788	788	243	68.7%	0.31	1'148	360	10	A/B		
3	326	1	326	326	1'800	18.1%	0.82	1'800	1'474	<9	A		

A 5 Grünzeiten und Leistungsfähigkeit T-Knoten mit LSA ASP 2040

Grünzeiten und Leistungsfähigkeit

Die Leistungsfähigkeit des Knotens wird für Szenario 1 und 2 nach VSS 40 223a berechnet. Für eine erste Abschätzung der Leistungsfähigkeit wurde, aufgrund der Summe der kritischen Verkehrsstärken (1'082 PWE/h), eine Umlaufzeit von 45s gewählt. Für die Ermittlung der Leistungsfähigkeit wurde zudem angenommen, dass Spur 3 und 8 nur in Phase 1 und Spur 6 nur in Phase 2 grün haben. Die Resultate können Tabelle 8-1 bis Tabelle 8-4 entnommen werden.

Szenario 1

Tabelle 8-1: Szenario 1, Ermittlung der Leistungsfähigkeit

Ermittlung der Leistungsfähigkeit L [PWE/h] der kritischen Verkehrsströme mit Umlaufzeit Z von 45 s.

Fahrsstreifen	Kritische Verkehrsstärke Q_{krit} [PWE/h]	Grünzeit t_{Gr} [s] $t_{Gr} = \frac{\Sigma t_{Gr} * Q * (\Sigma Q)^{-1}}$	Grünzeitanteil λ [-] $\lambda = t_{Gr} * Z^{-1}$	Leistungsfähigkeit L [PWE/h] $L = \lambda * S$
2	564	15.6	0.348	695
4	507	14.1	0.312	625
7	11	0.3	0.007	12
Summe	1'082	30	0.667	1332

Ermittlung der Leistungsfähigkeit L [PWE/h] der unkritischen Verkehrsströme mit Umlaufzeit Z von 45 s.

Fahrsstreifen	unkritische Verkehrsstärke Q_{unkrit} [PWE/h]	Grünzeit t_{Gr} [s] $t_{Gr} = \frac{\Sigma t_{Gr} * Q * (\Sigma Q)^{-1}}$	Grünzeitanteil λ [-] $\lambda = t_{Gr} * Z^{-1}$	Leistungsfähigkeit L [PWE/h] $L = \lambda * S$
3	550	15.6	0.348	695
6	11	14.1	0.312	925
8	407	15.6	0.348	626

Tabelle 8-2: Szenario 1, Verkehrsqualitätsstufe

Ermittlung der Auslastungsgrade X, 95%-Rückstaulänge bei Rot-Ende, mittlere Wartezeit w_m [s].

Fahrstreifen	Verkehrsstärke Q [PWE/h]	Auslastungsgrad $X = Q * L^{-1}$	95%-Rückstaulänge bei Rot-Ende	Mittlere Wartezeit w_m [s]	Verkehrsqualitätsstufe
2	564	0.812	78	35	B/C
3	550	0.791	72	32	B
4	507	0.811	72	45	C
6	11	0.018	6	0	A
7	11	0.902	6	25	B
8	407	0.650	48	17	A

Szenario 2

Tabelle 8-3: Szenario 2, Ermittlung der Leistungsfähigkeit

Ermittlung der Leistungsfähigkeit L [PWE/h] der kritischen Verkehrsströme mit Umlaufzeit Z von 45 s.

Fahrstreifen	Kritische Verkehrsstärke Q_{krit} [PWE/h]	Grünzeit t_{Gr} [s] $t_{Gr} = \Sigma t_{Gr} * Q * (\Sigma Q)^{-1}$	Grünzeitanteil λ [-] $\lambda = t_{Gr} * Z^{-1}$	Leistungsfähigkeit L [PWE/h] $L = \lambda * S$
2	788	22.9	0.510	1'019
4	232	6.8	0.150	300
7	11	0.3	0.007	13
Summe	1'031	30	0.667	1'332

Ermittlung der Leistungsfähigkeit L [PWE/h] der unkritischen Verkehrsströme mit Umlaufzeit Z von 45 s.

Fahrsreifen	unkritische Verkehrsstärke Q_{unkrit} [PWE/h]	Grünzeit t_{Gr} [s] $t_{\text{Gr}} = \frac{\Sigma t_{\text{Gr}} * Q * (\Sigma Q)^{-1}}$	Grünzeitanteil λ [-] $\lambda = t_{\text{Gr}} * Z^{-1}$	Leistungsfähigkeit L [PWE/h] $L = \lambda * S$
3	326	22.9	0.510	1'020
6	11	6.8	0.150	300
8	622	22.9	0.510	918

Tabelle 8-4: Szenario 2, Verkehrsqualitätsstufe

Ermittlung der Auslastungsgrade X, 95%-Rückstaulänge bei Rot-Ende, mittlere Wartezeit w_m [s].

Fahrsreifen	Verkehrsstärke Q [PWE/h]	Auslastungsgrad $X = Q * L^{-1}$	95%-Rückstaulänge bei Rot-Ende	Mittlere Wartezeit w_m [s]	Verkehrsqualitätsstufe
2	788	0.773	78	24	B
3	326	0.320	30	6	A
4	232	0.773	72	55	D
6	11	0.037	0	0	A
7	11	0.846	6	25	B
8	622	0.678	54	13	A

A 6 Knotenentwürfe, Masstab 1:500

Teilausbau Süd Kreisel, 1:500

18.12.2020, gfo

946

90119

Gummertli

943

Gummertli

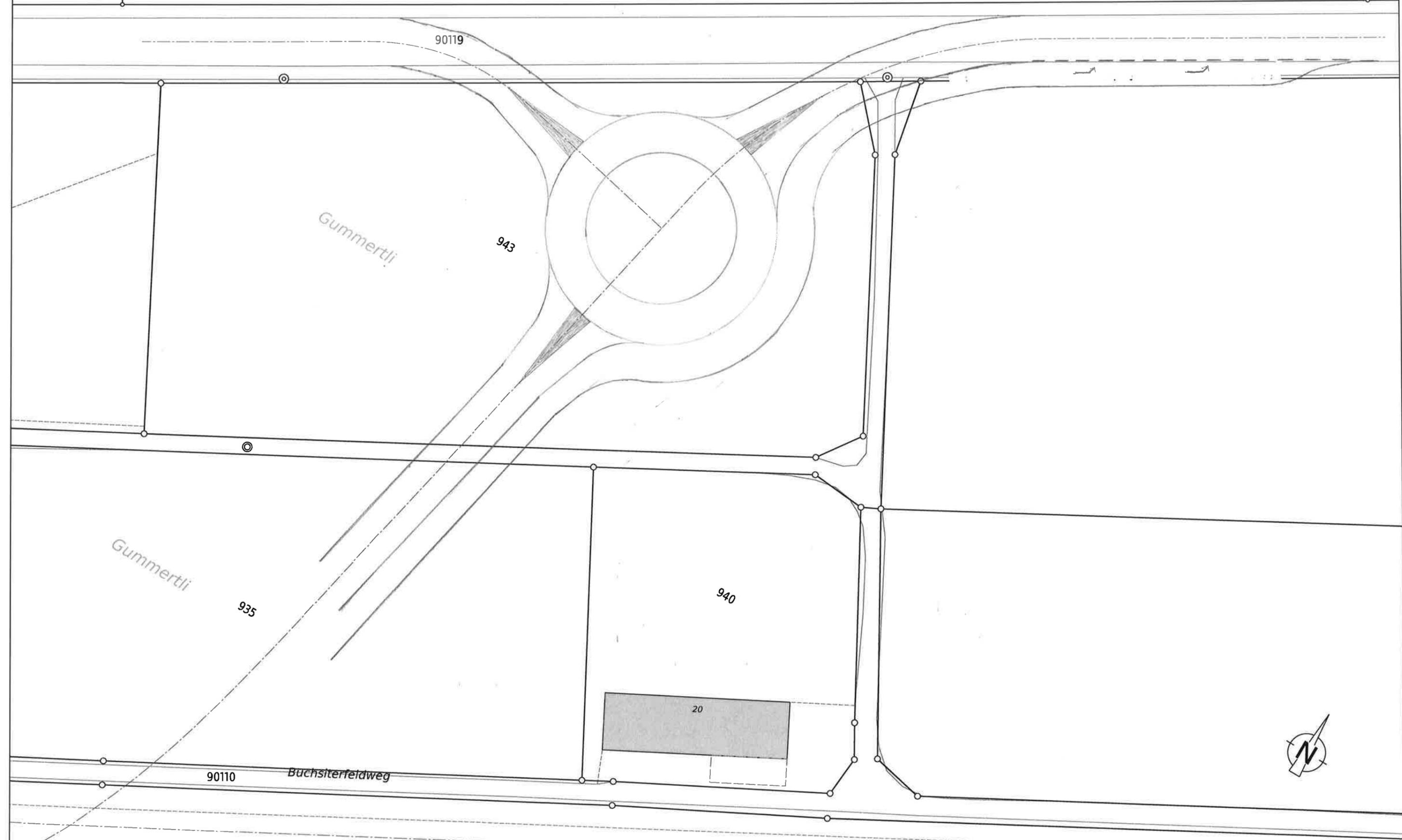
935

940

20

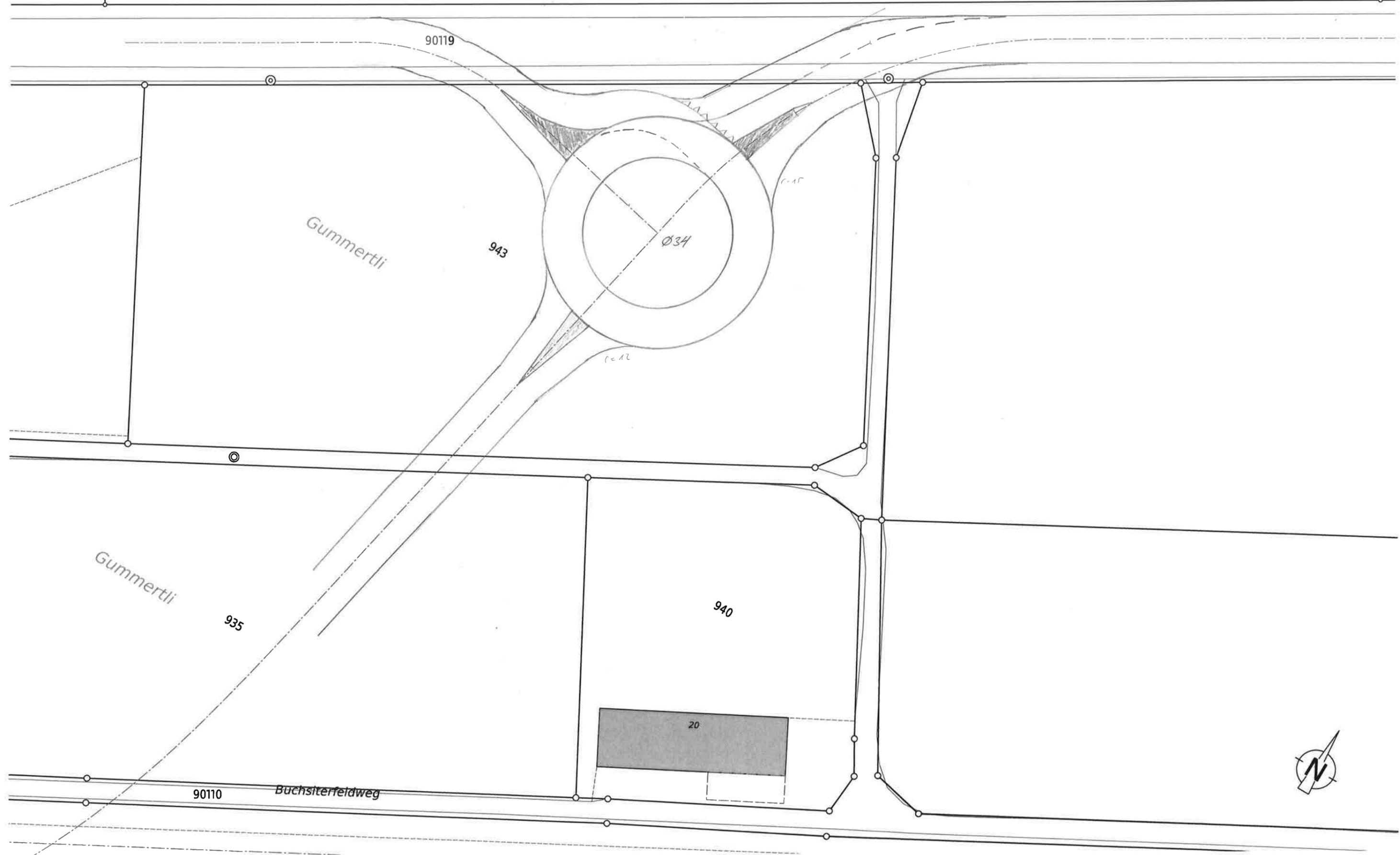
90110

Buchsiterfeldweg



Teilausbau Nord Kreisel, 1:500

18.12.20, j16



90119

Gummertli

943

Ø34

r=17

r=17

Gummertli

935

940

20

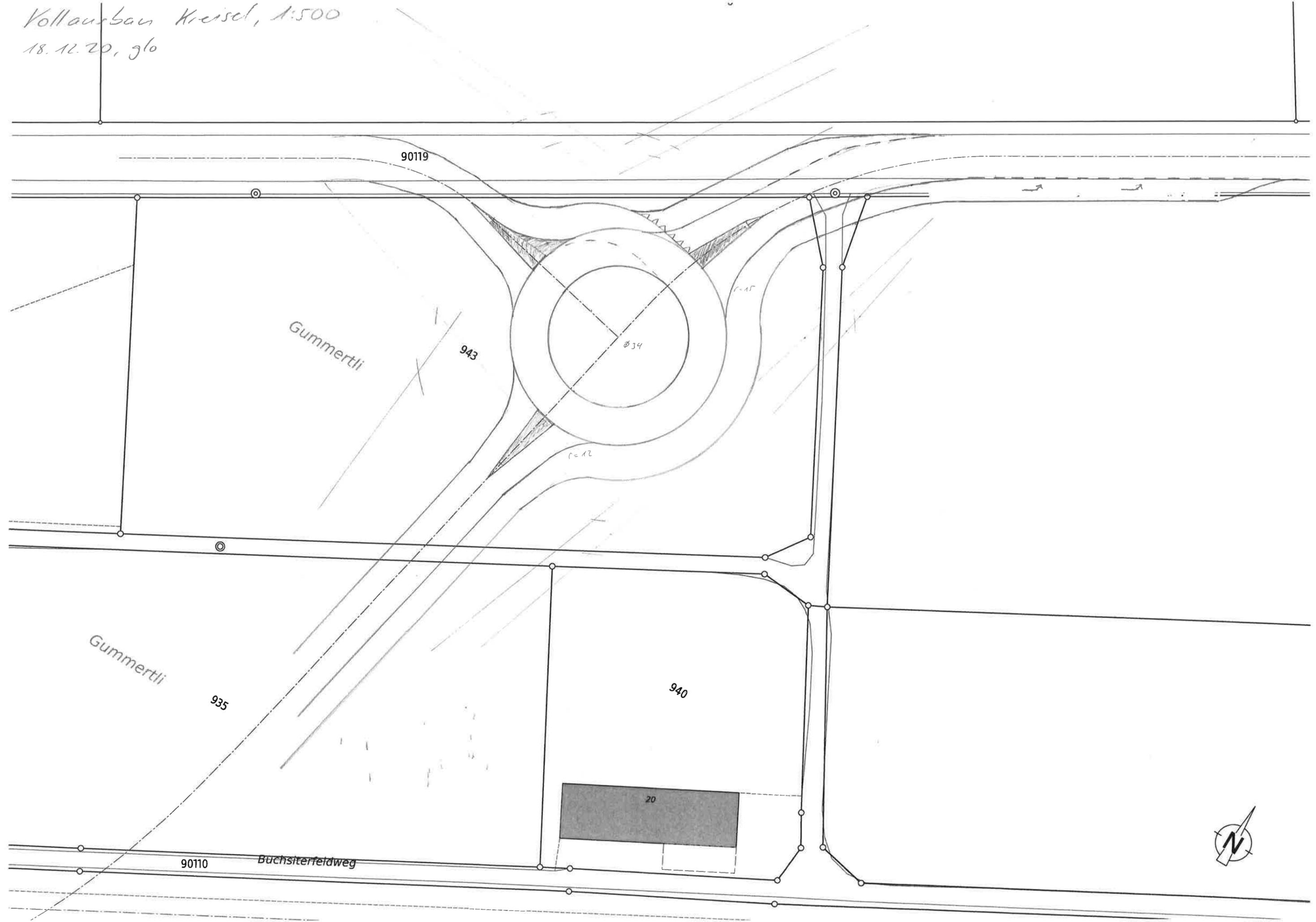
90110

Buchsiterfeldweg



Vollausbau Kreisell, 1:500

18.12.20, glo



T-Knoten ohne LSA, 1:500
18.12.20, jlo

946

90119

Gummertli

943

Gummertli

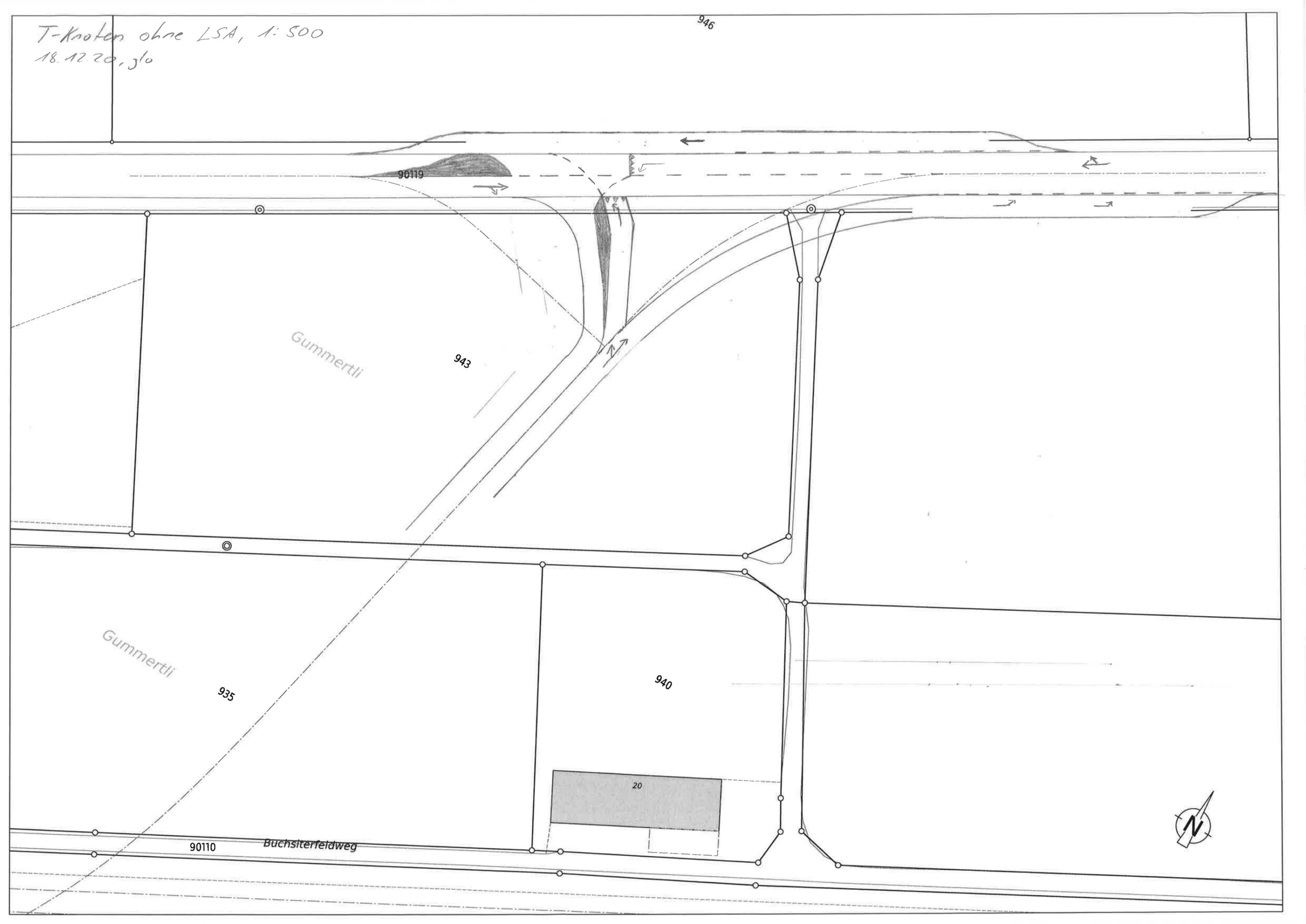
935

940

20

90110

Buchsiterfeldweg



T-Knoten mit LSA, 1:500
18.12.2015

946

1:500

