



Graz University of Technology

**Institut für Straßen- und Verkehrswesen**

# **Überprüfung der Infrastrukturplanungssoftware VESTRA auf Konformität mit österreichischen Richtlinien für plangleiche Knotenpunkte**

**MASTERARBEIT**

vorgelegt von

Daniel Untersteiner, BSc.

bei

Univ. Prof. Dr. Ing. Martin Fellendorf

Dipl.-Ing. Robert Neuhold

Technische Universität Graz

Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Graz, März 2017



### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen / Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtliche und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, 15.03.2017



---

Daniel Untersteiner, BSc.

### **Statutory Declaration**

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, 15.03.2017



---

Daniel Untersteiner, BSc.

## **Danksagung**

Ich möchte mich recht herzlich bei allen Personen bedanken, die mir die erfolgreiche Durchführung und den Abschluss dieser Masterarbeit ermöglicht haben.

Für die hervorragende Betreuung, die hilfreichen Ratschläge sowie die Funktion als Bindeglied zur AKG Firmengruppe, bedanke ich mich bei Herrn Dipl.-Ing. Robert Neuhold.

Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dr. Ing. Martin Fellendorf und dem Institut für Straßen- und Verkehrswesen für die interessante Aufgabenstellung bedanken. Daran war auch die AKG Firmengruppe, im Besonderen Dr.-Ing. Rico Steyer, beteiligt, dem ebenfalls mein Dank gilt.

Ein besonderer Dank gebührt auch all meinen Freunden und Kollegen, die mich durch mein Studium, aber auch meine Aktivitäten abseits davon, begleitet, unterstützt und motiviert haben.

Abschließend bedanke ich mich herzlich bei meiner Familie, die mir meine gesamte Ausbildung ermöglicht und mich ständig und in jedem Bereich des Lebens unterstützt haben.

## Kurzfassung

Die vorliegende Masterarbeit untersucht die automatisierte Erstellung von plangleichen Knotenpunkten mit Hilfe der Verkehrsplanungssoftware VESTRA seven CAD. Die zur Verfügung stehende Software arbeitet in diesem Bereich auf der Basis von deutschen Regelwerken, soll jedoch auch in Österreich eingesetzt werden können. Daher galt es die Konformität mit den einschlägigen österreichischen Richtlinien zu prüfen.

Im Rahmen einer Literaturrecherche wurden die betreffenden österreichischen, deutschen und schweizerischen Richtlinien miteinander verglichen. Daraus konnten Erkenntnisse im Hinblick auf die unterschiedlichen Konstruktionsweisen von Knotenpunkten innerhalb dieser Länder gewonnen werden.

In weiterer Folge wurde ein Katalog erstellt, welcher alle in den österreichischen Richtlinien enthaltenen geometrischen Randbedingungen, die der Konstruktion plangleicher Knotenpunkte dienen, enthält. Dazu wurde eine Klassifikation der Knotenpunktelemente in mehreren Ebenen durchgeführt.

Darauf aufbauend, konnten durch die Zusammensetzung dieser Elemente in unterschiedlichen Kombinationen, zehn verschiedene Musterknoten entworfen werden. Dies sind fünf dreiarmige und drei vierarmige Knotenpunkte sowie zwei Kreisverkehre. Diese beinhalten alle relevanten möglichen Kombinationen der vorhandenen Entwurfselemente.

Anschließend wurde getestet, ob es möglich ist die Musterknoten mit Hilfe des Knotenpunkteditors von VESTRA seven CAD automatisiert nachzubilden. Damit sollte ein vollständiger Knotenpunkt mit allen gewünschten Entwurfselementen, mittels Eingabe einer möglichst geringen Anzahl an Parametern, erstellt werden können. Danach konnte die Übereinstimmung der so erstellten Knoten mit den nach den österreichischen Richtlinien (RVS) erstellten Musterknoten überprüft und beurteilt werden.

Schlussendlich konnten durch diesen Vergleich die Problematiken bei der Konstruktion von RVS-konformen Knotenpunkten mit VESTRA seven CAD festgestellt werden. Die deutschen Richtlinien folgen bei der Konstruktion der Entwurfselemente einem klaren Ablauf, in den österreichischen hingegen werden diese lediglich über Grenzwerte von Abmessungen definiert. Weil VESTRA auf Basis der deutschen Richtlinien arbeitet, konnten die erstellten Knotenpunkte nicht mittels Software auf Konformität mit den RVS geprüft werden. Dennoch konnten mit Hilfe der automatisierten Erstellung von Knotenpunkten ein Großteil der Vorgaben österreichischer Richtlinien eingehalten werden. Speziell häufig in der Praxis vorkommende Knotenpunkte, konnten bis auf wenige notwendige Korrekturen problemlos erstellt werden. Es sind jedoch auch Entwurfselemente vorhanden, welche gar nicht automatisch generiert werden können sondern manuell konstruiert werden müssen.

Nach der Konstruktion wurden alle Knotenpunktelemente je nach den Problemen, die bei ihrer Erstellung auftraten, vier sogenannten Umsetzungsklassen zugeordnet. Dadurch konnte eine klare Beurteilung der Konstruktion von plangleichen Knotenpunkten mit VESTRA, bezogen auf die einzelnen Elemente, durchgeführt werden.

## Abstract

The present master thesis examines the automated design of junctions at grade using the roadway planning software VESTRA seven CAD. Since the available software in this area works on the basis of German regulations, but should also be usable in Austria, it was necessary to check the conformity with the relevant Austrian guidelines.

Within the scope of a literature research Austrian, German and Swiss guidelines concerning the design of junctions at grade were compared with each other. By doing that an insight into the different design approaches of junctions at grade within these countries could be gained.

Based on the literature research a catalog was prepared containing all geometrical boundary conditions included in the Austrian guidelines for the construction of junctions at grade. For this purpose, a classification of the junction elements in several layers was carried out.

By assembling these elements in different combinations, ten exemplar junctions were designed. These are five three-armed and three four-armed junctions as well as two roundabouts. They contain all relevant possible combinations of the existing design elements.

Afterwards, it was tested whether it is possible to design these exemplar junctions using the junction editor of VESTRA seven CAD. These junctions should include all desired design elements, by entering as small numbers of parameters as possible. Subsequently, the consistency of the designed junctions could be checked and assessed with the exemplar junctions which are conform to Austrian guidelines.

In the end, the complications within the design of intersections conform to Austrian guidelines with VESTRA seven CAD could be identified by this comparison. Within the design of the elements of junctions German guidelines follow a defined sequence of working steps, whereas Austrian guidelines only define limiting values of the elements. Because VESTRA works according to the German guidelines, the intersections created could not be checked by the software conformity with Austrian guidelines. Nevertheless, by the automated design of nodes, the majority of the requirements of Austrian guidelines were complied. Particularly frequently occurring in practice junctions, could be created easily with few necessary corrections. On the other hand, there are also design elements which cannot be generated automatically, and have to be designed manually.

All intersection elements were assigned to four so-called feasibility classes, depending on the problems that occurred during their design. This allowed a clear evaluation of the design of junctions at grade with VESTRA, based on their single components.

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>iv</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>vi</b>
<b>Abkürzungen</b> .....	<b>vii</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Problemstellung und Ziel.....	1
1.2 Methodik.....	2
<b>2 Literaturrecherche</b> .....	<b>3</b>
2.1 Übersicht der Richtlinien zum Entwurf plangleicher Knoten.....	3
2.2 Österreichische Richtlinien.....	4
2.2.1 RVS 03.05.11 – Knoten – Planungsgrundsätze.....	4
2.2.2 RVS 03.05.12 – Plangleiche Knoten – Kreuzungen, T-Kreuzungen.....	6
2.2.3 RVS 03.05.14 – Plangleiche Knoten – Kreisverkehre.....	13
2.3 Deutsche Richtlinien.....	22
2.3.1 RAL – Richtlinien für die Anlage von Landstraßen.....	22
2.3.2 RASt 06 – Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen.....	36
2.4 Schweizerische Richtlinien.....	45
2.4.1 SN 640262 – Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr).....	45
2.4.2 SN 640263 – Knoten mit Kreisverkehr.....	50
2.5 Vergleich der länderspezifischen Richtlinien.....	54
2.5.1 Drei- und vierarmige Knotenpunkte.....	54
2.5.2 Kreisverkehre.....	56
<b>3 Klassifikation plangleicher Knotenpunkte und deren Elemente</b> .....	<b>57</b>
3.1 Allgemeine Hinweise zur Klassifikation der Entwurfselemente.....	57
3.2 Tabellarische Klassifikation.....	57
<b>4 Modellierung von Musterknoten nach RVS</b> .....	<b>61</b>
4.1 Vorgehensweise und Übersicht.....	61
4.2 3-armige Musterknoten.....	62
4.2.1 MK 1 – Knotenpunkt ohne zusätzliche Entwurfselemente.....	62
4.2.2 MK 2 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen.....	63

4.2.3	MK 3 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn.....	64
4.2.4	MK 4 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten und übergeordneten Fahrbahn, Rechtseinbiegestreifen .....	65
4.2.5	MK 5 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn, Rechtsabbiegestreifen.....	66
4.3	4-armige Musterknoten .....	68
4.3.1	MK 6 – Knotenpunkt mit unterschiedlichen Verkehrsbelastungen der untergeordneten Knotenpunktarme .....	68
4.3.2	MK 7 – Knotenpunkt mit Linksabbiegeverbot in eine Fahrtrichtung .....	70
4.3.3	MK 8 – VLSA-geregelter Knotenpunkt .....	71
4.4	Musterkreisverkehre .....	73
4.4.1	MK 9 – kleiner Kreisverkehr, Durchmesser 26m.....	73
4.4.2	MK 10 – Kreisverkehr mit Bypässen, Durchmesser 38m .....	74
4.5	Überprüfung der Befahrbarkeit.....	76
4.5.1	Grundlagen.....	76
4.5.2	Schleppkurvenuntersuchungen mit VESTRA.....	76
<b>5</b>	<b>Konstruktion der Musterknoten mit Hilfe von VESTRA.....</b>	<b>78</b>
5.1	Straßenentwurfssoftware VESTRA .....	78
5.2	Erstellung von Knotenpunkten mit VESTRA .....	78
5.3	Überprüfung der Musterknoten mit VESTRA .....	80
5.4	3-armige Knotenpunkte.....	82
5.4.1	MK 1 – Knotenpunkt ohne zusätzliche Entwurfselemente.....	82
5.4.2	MK 2 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen.....	82
5.4.3	MK 3 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn.....	85
5.4.4	MK 4 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten und übergeordneten Fahrbahn, Rechtseinbiegestreifen .....	87
5.4.5	MK 5 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn, Rechtsabbiegestreifen.....	90
5.4.6	Tabellarische Zusammenfassung der Entwurfselemente 3-armiger Knotenpunkte und deren Umsetzbarkeit mit VESTRA .....	92
5.5	4-armige Knotenpunkte.....	94



---

5.5.1 MK 6 – Knotenpunkt mit unterschiedlichen Verkehrsbelastungen der untergeordneten Knotenpunktarme .....	94
5.5.2 MK 7 – Knotenpunkt mit Linksabbiegeverbot in eine Fahrtrichtung .....	97
5.5.3 MK 8 – VLSA-geregelter Knotenpunkt .....	99
5.5.4 Tabellarische Zusammenfassung der Entwurfselemente 4-armiger Knotenpunkte und deren Umsetzbarkeit mit VESTRA .....	101
5.6 Kreisverkehre.....	103
5.6.1 MK 9 – kleiner Kreisverkehr, Durchmesser 26m.....	103
5.6.2 MK 10 – Kreisverkehr mit Bypässen, Durchmesser 38m .....	104
5.6.3 Tabellarische Zusammenfassung der Entwurfselemente von Kreisverkehren und deren Umsetzbarkeit mit VESTRA.....	106
<b>6 Zusammenfassung.....</b>	<b>107</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>109</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>110</b>

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1 - Ablaufschritte der Arbeit .....2

Abbildung 2 - Schemaskizze möglicher Knotenpunktelemente .....5

Abbildung 3 - Elemente eines Linksabbiegestreifens.....6

Abbildung 4 - Anordnung von Rechtsabbiegestreifen im Bogen, Schemaskizze .....7

Abbildung 5 - Elemente eines Rechtsabbiegestreifens .....7

Abbildung 6 - Elemente eines Rechtseinbiegestreifens .....8

Abbildung 7 - Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße .....9

Abbildung 8 - Fahrbahnteiler zur Einleitung eines Linksabbiegestreifens .....9

Abbildung 9 - Fahrbahnteiler gegenüber einem Linksabbiegestreifen .....10

Abbildung 10 - Dreiecksinsel .....10

Abbildung 11 – Fahrflächenränder.....11

Abbildung 12 - LKW 9m .....12

Abbildung 13 - LKW mit Anhänger .....12

Abbildung 14 - Bus 15m .....12

Abbildung 15 - Beispiele für Leitkurven in den Komfortstufen A bis C.....13

Abbildung 16 - Ablenkung durch die Mittelinsel.....16

Abbildung 17 - Abstand der Kreisverkehrsarme .....16

Abbildung 18 - Verbreiterung außerhalb der Kreisfahrbahn .....17

Abbildung 19 - Ein- und Ausfahrtsradius.....18

Abbildung 20 - Position des Fahrbahnteilers bei Randeinfassung der Ein- und Ausfahrten.....19

Abbildung 21 - Position des Fahrbahnteilers ohne Randeinfassung der Ein- und Ausfahrten .....19

Abbildung 22 - Bypass mit Rechtsab- und Rechtseinbiegestreifen.....20

Abbildung 23 - Bypass ohne Rechtsabbiegestreifen .....21

Abbildung 24 - Fahrbahnteiler an Einmündungen und Kreuzungen.....31

Abbildung 25 - Eckausrundung mit dreiteiliger Kreisbogenfolge.....32

Abbildung 26 - Bypass am Kreisverkehr .....33

Abbildung 27 - Formen der Führung von Linksabbiegern an Hauptverkehrsstraßen.....37

Abbildung 28 - Definition der Entwurfselemente und Maße eines Kreisverkehrs .....39

Abbildung 29 - Formen der Eckausrundung an Knotenpunkten und Gehwegüberfahrten.....44

Abbildung 30 - Geschlossene Einleitung mittels Sperrfläche oder Insel (punktiert dargestellt) .....46

Abbildung 31 - Offene Einleitung .....46

Abbildung 32 - Geometrie der Fahrbahn­ränder .....47

Abbildung 33 - Konstruktion bei der Verziehung .....48

Abbildung 34 - Konstruktion bei der Vorsortierung, Rechtsabbiegestreifen .....48

---

Abbildung 35 - Ausbildung der Sperrfläche zur Einleitung eines Linksabbiegestreifens .....	49
Abbildung 36 - wichtige Projektierungselemente eines Kreisels .....	51
Abbildung 37 - Mindestbreite der Kreiselfahrbahn (inkl. Innenring) .....	52
Abbildung 38 - Konstruktion eines Fahrbahnteilers nach RVS 03.05.12 (links) und nach RAL (rechts) ..	55
Abbildung 39 - Musterknoten 1 .....	62
Abbildung 40 - Musterknoten 2 .....	63
Abbildung 41 - Musterknoten 3 .....	64
Abbildung 42 - Musterknoten 4 .....	66
Abbildung 43 - Musterknoten 5 .....	67
Abbildung 44 - Musterknoten 6 .....	69
Abbildung 45 - Musterknoten 7 .....	71
Abbildung 46 - Musterknoten 8 .....	72
Abbildung 47 - Musterknoten 9 .....	74
Abbildung 48 - Musterknoten 10 .....	75
Abbildung 49 - Leitkurven zur Führung eines Fahrzeuges .....	76
Abbildung 50 - überstrichene Fläche zur Überprüfung der Befahrbarkeit .....	77
Abbildung 51 - Editor zur Erstellung eines drei- oder vierarmigen Knotenpunktes .....	79
Abbildung 52 - Knotenpunkteditor zur Eingabe von Parametern .....	79
Abbildung 53 – Editor zum Erstellen eines Kreisverkehrs .....	80
Abbildung 54 - Musterknoten 1 mit VESTRA .....	82
Abbildung 55 - Musterknoten 2 mit VESTRA .....	84
Abbildung 56 - Musterknoten 3 mit VESTRA .....	86
Abbildung 57 - Musterknoten 4 mit VESTRA .....	89
Abbildung 58 - Musterknoten 5 mit VESTRA .....	91
Abbildung 59 - Musterknoten 6 mit VESTRA .....	96
Abbildung 60 - Musterknoten 7 mit VESTRA .....	98
Abbildung 61 - Musterknoten 8 mit VESTRA .....	100
Abbildung 62 - Musterknoten 9 mit VESTRA .....	104
Abbildung 63 - Musterknoten 10 mit VESTRA .....	105

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 - Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Kreisverkehrstypen .....	15
Tabelle 2 - empfohlene Ein- und Ausfahrtsradien (ausgenommen Minikreisverkehre).....	18
Tabelle 3 - Linksabbiegetypen .....	23
Tabelle 4 - Rechtsabbiegetypen .....	26
Tabelle 5 - Zufahrtstypen für Kreuzen und Einbiegen .....	29
Tabelle 6 - Abhängigkeit zwischen Außendurchmesser und Breite des Kreisrings.....	40
Tabelle 7 - Radien der Eckausrundungen .....	40
Tabelle 8 - Hauptbogenradien für Eckausrundungen ohne Dreiecksinsel .....	44
Tabelle 9 - Hauptbogenradien für Eckausrundungen neben Dreiecksinsel .....	44
Tabelle 10 - Klassifikation von drei- und vierarmigen Knotenpunkten – Teil 1 .....	58
Tabelle 11 - Klassifikation von drei- und vierarmigen Knotenpunkten – Teil 2 .....	59
Tabelle 12 - Klassifikation von Kreisverkehren.....	60
Tabelle 13 - Umsetzungsklassen von Knotenpunktelementen .....	81
Tabelle 14 - Bewertung der Konstruktion dreiarmer Knotenpunkte – Teil 1.....	92
Tabelle 15 - Bewertung der Konstruktion dreiarmer Knotenpunkte – Teil 2.....	93
Tabelle 16 - Bewertung der Konstruktion vierarmiger Knotenpunkte – Teil 1 .....	101
Tabelle 17 - Bewertung der Konstruktion vierarmiger Knotenpunkte – Teil 2 .....	102
Tabelle 18 - Bewertung der Konstruktion von Kreisverkehren .....	106

**Abkürzungen**

<b>FSV</b>	Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr
<b>FGSV</b>	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
<b>VSS</b>	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
<b>RVS</b>	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
<b>RAL</b>	Richtlinie für die Anlage von Landstraßen
<b>RASt</b>	Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen
<b>RiLSA</b>	Richtlinien für Lichtsignalanlagen
<b>SN</b>	Schweizer Norm
<b>VLSA</b>	Verkehrslichtsignalanlagen
<b>CAD</b>	Computer aided design
<b>MK</b>	Musterknoten



# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung und Ziel

Die vorliegende Masterarbeit behandelt die Gestaltung und Erstellung von plangleichen Knotenpunkten im Straßenwesen unter Einsatz von CAD-Software. Um Knotenpunkte möglichst einfach und mit geringem Zeitaufwand konstruieren zu können, wird dies heutzutage immer häufiger computergestützt mit einem gewissen Grad an Automatisierung umgesetzt. Dadurch sollen auch Fehler bei der Einhaltung von Richtlinien vermieden werden. In der Realität sind Knotenpunkte jedoch häufig individuell zu gestalten und können deshalb unterschiedliche Geometrien aufweisen. Dadurch ergeben sich gewisse Schwierigkeiten bei der automatisierten Konstruktion der verschiedenen Knotenpunktstypen, welche im Zuge dieser Arbeit untersucht werden sollen.

Die verwendete Software nennt sich VESTRA seven CAD, nachfolgend VESTRA genannt, und wird dem Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz für Zwecke der Lehre und Forschung von der AKG Firmengruppe zur Verfügung gestellt. VESTRA besteht aus sogenannten Fachschalen für Straße, Eisenbahn und Kanal und stellt Funktionalitäten zur Planung und Ausführung von Infrastrukturanlagen zur Verfügung. Von der Software gibt es eine Version als stand-alone-Programm und eine weitere als Zusatztool für AutoCAD, welche im Rahmen dieser Arbeit verwendet wurde. Die Fachschale Straße beinhaltet verschiedene Module, die beispielsweise der Achstrassierung, Querschnittsgestaltung und auch dem Entwurf von plangleichen Knotenpunkten dienen. Da der Hauptsitz von AKG sich in Heitersheim, Deutschland befindet, wurde die Software primär für die Trassierung von infrastrukturellen Anlagen auf Basis deutscher Richtlinien konzipiert. Dadurch wird die Konstruktion erleichtert und Fehler können minimiert werden. Da VESTRA auch in Österreich und der Schweiz Anwendung findet, sollten auch die Richtlinien dieser beiden Länder im Programm integriert sein. In dieser Arbeit wurde das Hauptaugenmerk auf die Übereinstimmung mit österreichischen Richtlinien und Vorschriften für Straßen (RVS) gelegt. Diese werden von der österreichischen Forschungsgesellschaft für Straße – Schiene – Verkehr herausgegeben.

Die Richtlinien, welche in Österreich die Grundlage für die Linienführung und Trassierung von Freilandstraßen bilden, sind mittlerweile in der Software enthalten. Knotenpunkte hingegen, können nur auf Basis der deutschen Richtlinien automatisiert erstellt werden. Dadurch wird zwar nicht ausgeschlossen, dass diese im Rahmen der RVS konstruiert werden können, jedoch kann das Programm die Einhaltung dieser nicht überprüfen.

Um die Implementierung der notwendigen Prüfungen und Konstruktionshilfen zu erleichtern, sollte festgestellt werden, welche Mängel bei der Erstellung von Knotenpunkten mit Hilfe von VESTRA, auf die RVS bezogen, auftreten können.

## 1.2 Methodik

Im ersten Schritt sollen die Differenzen zwischen den länderspezifischen Richtlinien aus Österreich und Deutschland festgestellt werden. Da VESTRA auch die Schweizer Normen (SN) beinhaltet, flossen diese ebenfalls mit ein.

Für den weiteren Ablauf der Arbeit werden die maßgebenden Randbedingungen für die Konstruktion plangleicher Knotenpunkte durch RVS 03.05.11, RVS 03.05.12 und RVS 03.05.14 vorgegeben. Deshalb wurden alle geometrischen Vorgaben dieser Richtlinien analysiert. Es sollen Kategorien erstellt werden, denen die Knotenpunktformen, deren Elemente und die Attribute, welche diese Elemente definieren, zugeordnet werden können. Daraus soll sich eine Klassifikation ergeben, welche die Arten von plangleichen Knotenpunkten hierarchisch gegliedert darstellt.

Um eine Referenz zur Überprüfung mit VESTRA zu erhalten, werden Musterknoten konzipiert. Diese werden auf Basis der vorangegangenen Klassifikation aus verschiedenen Kombinationen der Entwurfselemente für plangleiche Knotenpunkte zusammengesetzt. Dabei sollen alle möglichen und im Rahmen der RVS erlaubten Kombinationen auftreten. Alle Musterknoten werden anschließend mittels Schleppkurvenuntersuchungen auf Befahrbarkeit überprüft.

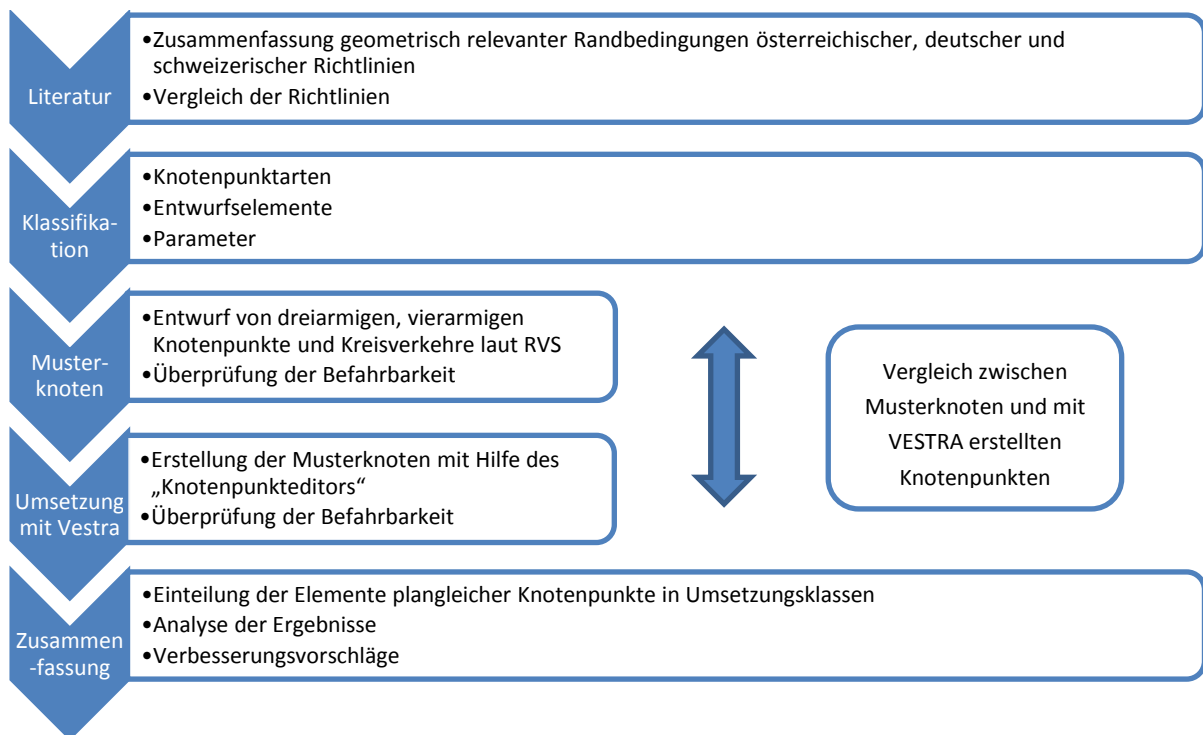


Abbildung 1 - Ablaufschritte der Arbeit

Um Aussagen über die Umsetzbarkeit mit VESTRA treffen zu können, müssen die Musterknoten mit Hilfe des in der Software integrierten Knotenpunkteditors erstellt werden. Dabei soll versucht werden, die Musterknoten möglichst genau mit der automatisierten Erstellung nachzubilden. Es ergeben sich dabei verschiedene „Klassen der Umsetzbarkeit“, die für jedes einzelne Element eines Knotenpunktes festgestellt werden können. Sie beschreiben ob Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA auftreten und wenn ja, welche Probleme das sind.



## 2 Literaturrecherche

Die verwendete Literatur dieser Arbeit setzt sich aus österreichischen Richtlinien und jenen der benachbarten deutschsprachigen Länder (Deutschland, Schweiz), welche für die Gestaltung plangleicher Knotenpunkte relevant sind, zusammen. Um Erkenntnisse im Hinblick auf die Konstruktion von Knotenpunkten zu erhalten, wurden die jeweiligen Richtlinien miteinander verglichen und Unterschiede bezüglich dieser gegenübergestellt. Da VESTRA für die Planung auf Basis von deutschen Richtlinien abgestimmt ist, wurde das Hauptaugenmerk auf die Differenzen zwischen diesen und den österreichischen Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen gelegt.

### 2.1 Übersicht der Richtlinien zum Entwurf plangleicher Knoten

Um einen Überblick zu geben, sind die relevanten Richtlinien nachfolgend aufgelistet. Nicht alle dieser Richtlinien haben Verwendung für diese Arbeit gefunden, haben jedoch Bedeutung für bestimmte Aspekte bei der Planung von Knotenpunkten und werden deshalb hier angeführt.

#### ***Österreich***

- RVS 03.05.11 – Knoten – Planungsgrundsätze
- RVS 03.05.12 – Plangleiche Knoten – Kreuzungen, T-Kreuzungen
- RVS 03.05.14 – Plangleiche Knoten – Kreisverkehre
- RVS 03.03.23 – Linienführung und Trassierung
- RVS 03.02.11 – Nebenanlagen und sonstige Verkehrsflächen
- RVS 03.02.12 – Nicht motorisierter Verkehr, Fußgänger
- RVS 03.02.13 – Radverkehr
- RVS 05.04.32 – Planen von VLSA

#### ***Deutschland***

- RAL – Richtlinien für die Anlage von Landstraßen
- RAS 06 – Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen
- RiLSA – Richtlinien für Lichtsignalanlagen

#### ***Schweiz***

- SN 640262 – Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr)
- SN 640263 – Knoten mit Kreisverkehr

Nachfolgend wurde eine Aufstellung der, in den oben angeführten Richtlinien enthaltenen Konstruktionsvorschriften gemacht. Dazu wurden die betreffenden Passagen der jeweiligen Richtlinie entweder zitiert oder sinngemäß zusammengefasst. Da die Arbeit in weiterer Folge auf den geometrischen Randbedingungen (vor allem jener der österreichischen Richtlinien) basiert, wurden primär diese betrachtet nicht damit in Zusammenhang stehende Inhalte, wie beispielsweise Lageauswahl von Knotenpunkten oder Leistungsfähigkeitsberechnungen, nicht berücksichtigt. Im Anschluss daran, wurden die maßgeblichen Unterschiede zwischen den Richtlinien analysiert.

Die betreffenden Richtlinien wurden jeweils nur am Beginn eines Kapitel zitiert. Die Verweise haben jedoch Gültigkeit für das gesamte Kapitel.

## **2.2 Österreichische Richtlinien**

### **2.2.1 RVS 03.05.11 – Knoten – Planungsgrundsätze**

In diesem Teil der RVS sind Begriffsbestimmungen, allgemeine Grundsätze zur Planung von Knotenpunkten, benötigte Entwurfsunterlagen sowie die Beschreibung der möglichen verschiedenen Knotenpunktarten und deren Anwendungsbereiche und Auswahlkriterien enthalten.

Nachfolgend werden relevante Ausschnitte aus dieser Richtlinie angeführt.<sup>1</sup>

#### ***Begriffsbestimmungen***

##### **Knoten**

Knoten dienen der Vereinigung, der Trennung und dem Kreuzen von Verkehrsströmen. Es werden plangleiche, planfreie und gemischte Knoten unterschieden.

##### **Plangleiche Knoten**

Bei plangleichen Knoten erfolgt die Führung der Verkehrsströme in einer Ebene.

##### **Kreuzung**

Plangleiche Überschneidung zweier Straßen.

##### **T-Kreuzung**

Plangleiche Einmündung einer Straße in eine andere.

##### **Kreisverkehr**

Knoten, in dem mehrere Straßen plangleich in eine richtungsgebundene Kreisfahrbahn einmünden.

#### **Über- und untergeordnete Straße**

##### **Übergeordnete Straße**

Straße, auf der die Fahrzeuge den Vorrang gegenüber Fahrzeugen der kreuzenden oder einmündenden Straße haben.

---

<sup>1</sup> (RVS 03.05.11 - Knoten Planungsgrundsätze)

## Untergeordnete Straße

Straße, auf der die Fahrzeuge an einer Kreuzung oder T-Kreuzung den Fahrzeugen auf der übergeordneten Straße aufgrund der Vorschriftenzeichen „Vorrang geben“ oder „Halt“ (StVO § 52 Z. 23 und Z. 24) den Vorrang zu geben haben.

## Knotenpunktelemente

### Linksabbiegestreifen

Fahrstreifen auf der übergeordneten Straße, der ausschließlich für das Linksabbiegen vorgesehen ist.

### Rechtsabbiegestreifen

Fahrstreifen auf der übergeordneten Straße, der ausschließlich für das Rechtsabbiegen vorgesehen ist.

### Rechtseinbiegestreifen

Fahrstreifen auf der übergeordneten Straße, der ausschließlich für das Rechtseinbiegen vorgesehen ist.

### Mischfahrstreifen

Fahrstreifen auf der über- oder untergeordneten Straße, der für unterschiedliche Abbiegerelationen gemeinsam vorgesehen ist.

### Dreiecksinsel

Dreiecksförmige, baulich von den umgebenden Fahrbahnen getrennte Fläche, die nicht zum Befahren durch Fahrzeuge bestimmt ist.

### Fahrbahnteiler

Baulich getrennte Fläche zwischen zwei Fahrstreifen auf der über- oder untergeordneten Straße, die im Regelfall nicht zum Befahren durch Fahrzeuge bestimmt ist.



Abbildung 2 - Schemaskizze möglicher Knotenpunktelemente<sup>2</sup>

<sup>2</sup> (RVS 03.05.11 - Knoten Planungsgrundsätze, S. 2)

## 2.2.2 RVS 03.05.12 – Plangleiche Knoten – Kreuzungen, T-Kreuzungen

Der Inhalt dieser Richtlinie hat primär Gültigkeit für plangleiche, nicht lichtsignalgeregelte Knotenpunkte auf Freilandstraßen, ist jedoch grundsätzlich auch für den innerstädtischen Bereich anzuwenden.<sup>34</sup>

### Elemente plangleicher Knoten

#### Durchgehende Fahrstreifen

Sie sollen die Regelbreite des anschließenden Straßenabschnittes einschließlich einer allenfalls vorhandenen Verbreiterung im Bogen gemäß RVS 03.03.23 aufweisen.

Die Fläche im Kreuzungsbereich soll jedoch so klein wie möglich gehalten werden.

#### Linksabbiegestreifen

##### Fahrstreifenwechselstrecke $L_{WL}$

Die Länge in der Geraden ergibt sich aus der Verziehung des Fahrflächenrandes im Verhältnis von steilstens 1:20, es ist jedoch 1:40 anzustreben. Als Mindestradius zur Abrundung der Fahrflächenränder soll  $R = 500\text{m}$  nicht unterschritten werden. In der Geraden ist die Verziehung möglichst symmetrisch zur Achse, im Bogen immer zur Innenseite hin anzuordnen. Bei zunehmender Krümmung soll die Aufweitung ohne Gegenbogen erfolgen. Die Länge im Bogen sollte 60m nicht unterschreiten.

##### Verzögerungsstrecke $L_{VL}$

Im Bogen beginnt die Verzögerungsstrecke dort, wo die Fahrstreifenbreite größer als 2,75m ist. Innerhalb der Verzögerungsstrecke ist die volle Breite des Linksabbiegestreifens von 3,00m - 3,50m zu erreichen.

##### Aufstellstrecke $L_{AL}$

Eine Mindestlänge von 20,0m ist, ausgenommen bei beengten Verhältnissen, jedenfalls wünschenswert.

Die Breite der Aufstellstrecke beträgt gemäß der der vollen Breite der Verzögerungsstrecke 3,00m - 3,50m.

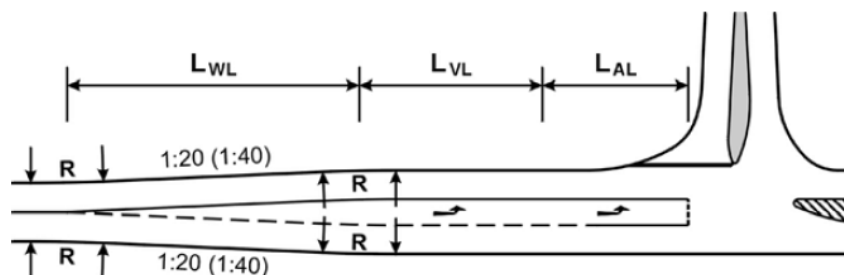


Abbildung 3 - Elemente eines Linksabbiegestreifens<sup>5</sup>

<sup>3</sup> (RVS 03.03.23 - Linienführung und Trassierung)

<sup>4</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen)

<sup>5</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 15)

## Rechtsabbiegestreifen

### Fahrstreifenwechselstrecke $L_{WR}$

Die Mindestlänge beträgt 30,0m und die Verziehung der Fahrflächenränder soll nicht flacher als 1:20 sein. Im Bogen muss der Außenrand der Fahrfläche aufgrund der Erkennbarkeit einen sichtbaren S-kurvenförmigen Verlauf aufweisen.



Abbildung 4 - Anordnung von Rechtsabbiegestreifen im Bogen, Schemaskizze<sup>6</sup>

### Verzögerungsstrecke $L_{VR}$

Die Länge wird abhängig von Verkehrsstärke, Längsneigung und Projektierungsgeschwindigkeit berechnet und hat ein Mindestmaß von 20m. Die Verzögerungsstrecke muss abgesehen von der Ausrundung zur Fahrstreifenwechselstrecke die volle Breite von 3,00m bis 3,50m aufweisen.

### Aufstellstrecke $L_{AR}$

Ist nur dann anzuordnen, wenn auf  $V = 0$  verzögert werden muss. Die Mindestlänge soll 20m betragen.

Die Breite ist mindestens gleich jener der Verzögerungsstrecke, kann jedoch eine eventuell erforderliche Verbreiterung, aufgrund der Schleppkurve des maßgebenden Fahrzeugs, aufweisen.

Der Ausfahrtsradius  $R_{A,min}$  ist der kleinste Radius des inneren Fahrflächenrandes der Ausfahrt und besitzt einen Mindestwert von 10,0m.

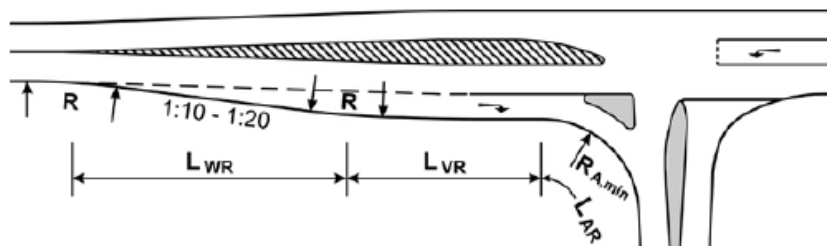


Abbildung 5 - Elemente eines Rechtsabbiegestreifens<sup>7</sup>

<sup>6</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 19)

<sup>7</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 19)

### Linkseinbiegestreifen

Sind wegen schlechter Begreifbarkeit und ungünstiger Sicht beim Einordnen in den Hauptverkehrsstrom nur in begründeten Sonderfällen auszuführen.

### Rechtseinbiegestreifen

#### Einfahrtsstrecke $L_{ER}$

Die Einfahrtsstrecke beginnt am Ende der Sperrfläche und endet mit der anschließenden Sperrlinie. Die Länge soll 20,0m bis 25,0m betragen, die Breite 3,00m bis 3,50m.

#### Manöverstrecke $L_{MR}$

Die Länge ist abhängig von der Projektierungsgeschwindigkeit  $V_p$  und der Verkehrsstärke  $Q_G$  am rechten Fahrstreifen der übergeordneten Straße, in den der Rechtseinbiegestreifen einmündet. Die geringste zulässige Länge beträgt 75,0m. Die Breite ergibt sich entsprechend jener der Einfahrtsstrecke.

#### Verzierungsstrecke $L_{ZR}$

Mindestlänge ergibt sich durch Verzierung des Fahrflächenrandes im Verhältnis 1:20

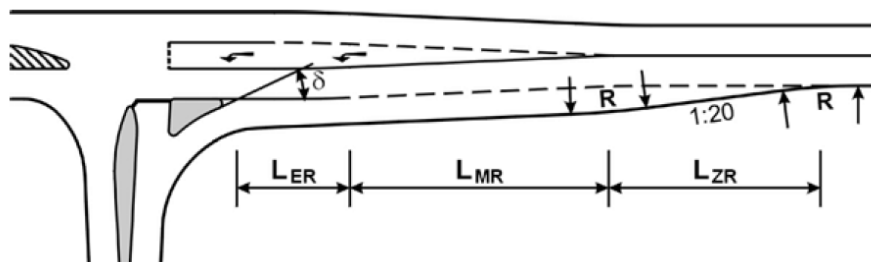


Abbildung 6 - Elemente eines Rechtseinbiegestreifens<sup>8</sup>

### Fahrbahnteiler

An Stellen, an denen Verkehrszeichen im Fahrbahnteiler vorgesehen sind, muss dieser zumindest 0,60m breiter als die größte Breite des Verkehrszeichens sein.

Die Spitzen mit einem Radius von mindestens 0,50m auszurunden.

Sind Fahrstreifen neben Fahrbahnteilern auf beiden Seiten durch einen Bordstein begrenzt, ist die befestigte Fläche dazwischen mindestens 3,75m breit auszuführen.

<sup>8</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 20)

### Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße

Die Länge  $L$  des Fahrbahnteilers hat mindestens das 6-fache seiner maximalen Breite  $B$  zu betragen. Ist  $B > 3,00\text{m}$ , so beträgt die Mindestlänge  $18,0\text{m}$ .

Der Rand des Fahrbahnteilers ist entsprechend der maßgebenden Schleppkurve festzulegen.

Die weiteren Grenzwerte der Abmessung sind der folgenden Abbildung zu entnehmen.

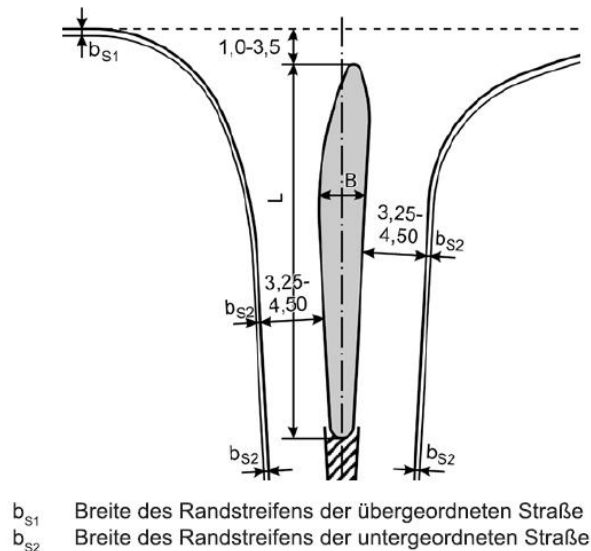


Abbildung 7 - Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße<sup>9</sup>

### Fahrbahnteiler in der übergeordneten Straße

Sie können bis zu einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von  $80\text{km/h}$  angeordnet werden.

Sie können als Einleitung und gegenüber eines Linksabbiegestreifens angeordnet werden. Zur Einleitung eines Linksabbiegestreifens müssen sie außerhalb der Verzögerungs- und Aufstellstrecke liegen und eine Mindestlänge von  $6,00\text{m}$  aufweisen. Weiters muss die Entfernung zur Haltelinie so groß sein, dass das ungünstigste Fahrzeug beim Halten nicht in den durchgehenden Fahrstreifen hineinragt.

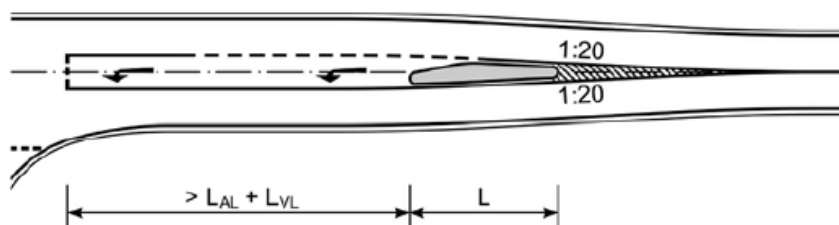


Abbildung 8 - Fahrbahnteiler zur Einleitung eines Linksabbiegestreifens<sup>10</sup>

<sup>9</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 22)

<sup>10</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 23)

Wird der Fahrbahnteiler gegenüber einem Linksabbiegestreifen angeordnet, so soll seine Länge ( $L$ ) mindestens das 6-fache seiner maximalen Breite ( $B$ ) betragen. Ist die maximale Fahrbahnteilerbreite größer als 3,00m, so hat seine Mindestlänge 18,0m zu betragen. Die Breite der verbleibenden Fahrstreifen soll, gemessen zwischen äußerem Fahrflächenrand und Bordstein des Fahrbahnteilers, um mindestens 0,25 m größer als die Fahrstreifenbreite außerhalb des Knotenpunktsbereiches ( $b_{Fst}$ ) sein.

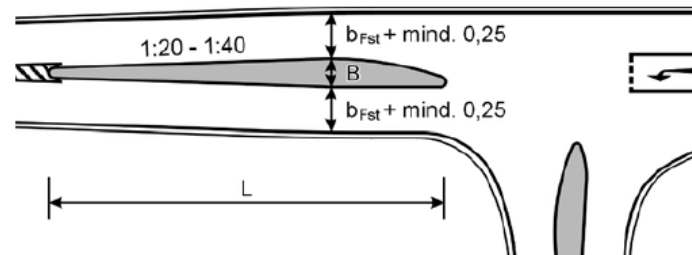


Abbildung 9 - Fahrbahnteiler gegenüber einem Linksabbiegestreifen<sup>11</sup>

### Dreiecksinseln

Voraussetzung ist die Anordnung eines Fahrbahnteilers in der untergeordneten Straße.

Die Fahrstreifenbreite  $b_f$  ist vom Ein- oder Ausfahrtsradius bzw. der Schleppkurve des maßgebenden Fahrzeugs abhängig. Der angrenzende Randstreifen ist 0,5m breit auszuführen.

Der Randstreifen der übergeordneten Fahrbahn ist im Bereich der Dreiecksinsel zweimal so breit auszuführen wie außerhalb des Knotens, mindestens jedoch 0,5m breit.

Die Dreiecksinsel soll eine Mindestfläche von 7m<sup>2</sup> haben. Ihre Spitzen sind mit einem Mindestradius von 0,5m auszuführen. Die Begrenzung der Dreiecksinsel ist parallel zum Fahrflächenrand im Abstand der Breite des Randstreifens.

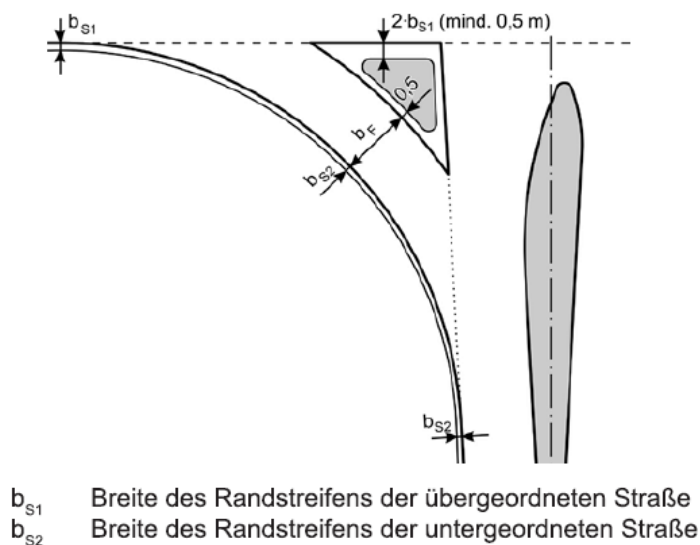


Abbildung 10 - Dreiecksinsel<sup>12</sup>

<sup>11</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 23)



## Fahrflächenränder

Mindestradius für die Bogenaußenränder ist der gesetzlich vorgeschriebene Mindestwendekreis von 12,5m. Die Bogeninnenränder sind nach der Schleppkurve für das maßgebende Fahrzeug auszubilden. Die Eckausrundung kann mit einem einfachen Kreisbogen oder einer Kreisbogenfolge (Korbbogen) erfolgen. Eine gute Anpassung an die Schleppkurve von Kraftfahrzeugen kann mit einer dreiteiligen Kreisbogenfolge mit Radien von  $R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 1 : 3$  erreicht werden.

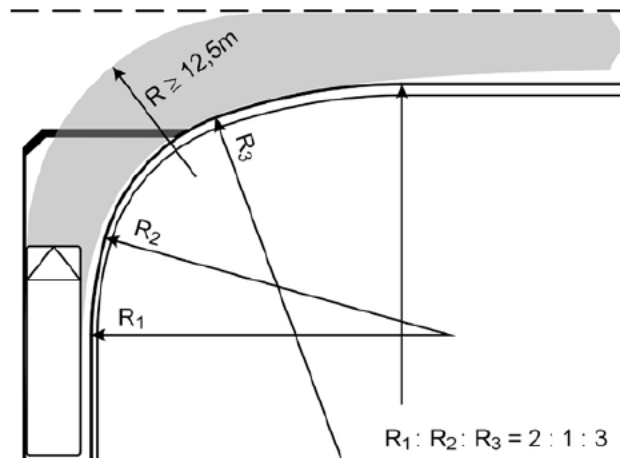


Abbildung 11 – Fahrflächenränder<sup>13</sup>

## Kontrolle der Befahrbarkeit

Aufgrund des erhöhten Platzbedarfs von Fahrzeugen beim Ab- und Einbiegen, ist es notwendig, die Befahrbarkeit von Knotenpunkten mit Hilfe von Schleppkurven nachzuweisen.

## Bemessungsfahrzeuge

Gemäß KFG werden folgende Bemessungsfahrzeuge empfohlen:

- LKW 9m
- LKW mit Anhänger (Gesamtlänge 18,75m)
- Bus 15m (mit zwangsgelenkter Nachlaufachse) – deckt auch Sattelkraftfahrzeuge ab

Die genauen Abmessungen dieser Fahrzeuge können den folgenden Abbildungen entnommen werden.

Kann begründet davon ausgegangen werden, dass der Knoten nicht von großen Fahrzeugen befahren wird, können auch andere herangezogen werden.

<sup>12</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 24)

<sup>13</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 23)

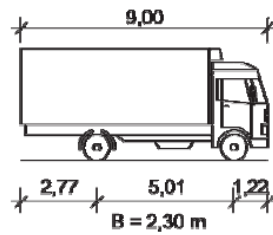


Abbildung 12 - LKW 9m<sup>14</sup>

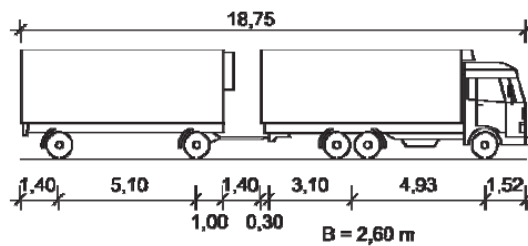


Abbildung 13 - LKW mit Anhänger<sup>15</sup>

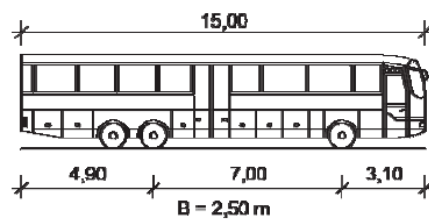


Abbildung 14 - Bus 15m<sup>16</sup>

## Schleppkurven

Mit Hilfe von Schleppkurvenkonstruktionen kann die Grundrissfläche ermittelt werden, welche von Fahrzeugen überstrichen wird, wenn sie entlang einer beliebigen Leitkurve geführt werden.

Leitkurven werden, je nach geometrischer Zusammensetzung, in die drei Komfortstufen A, B und C eingeteilt.

<sup>14</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 27)

<sup>15</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 27)

<sup>16</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 28)

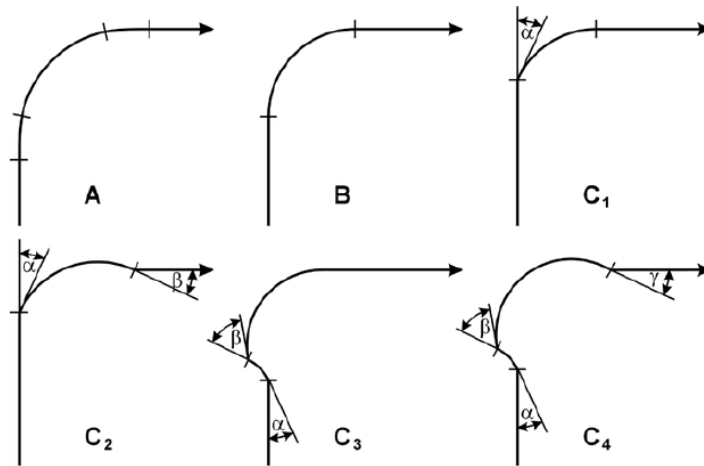


Abbildung 15 - Beispiele für Leitkurven in den Komfortstufen A bis C<sup>17</sup>

### Beurteilung der Befahrbarkeit

Zur Beurteilung der Befahrbarkeit eines Knotenpunktes ist es erforderlich, den gewählten Bemessungsfahrzeugtypen die jeweils gewünschte Komfortstufe zuzuordnen. Die Befahrbarkeit ist für die jeweilige Fahrrelation anhand der sich daraus ergebenden überstrichenen Flächen zu überprüfen.

Jede Abbiegerelation eines Knotens soll im Regelfall von allen Bemessungsfahrzeugen zumindest in Komfortstufe C befahrbar sein.

Da Schleppkurven die von einem Fahrzeug überstrichene Fläche exakt begrenzen, soll beiderseits dieser überstrichenen Fläche zum Fahrbahnrand ein Sicherheitsabstand von mindestens 0,25m berücksichtigt werden.

### 2.2.3 RVS 03.05.14 – Plangleiche Knoten – Kreisverkehre

Der Inhalt dieser RVS ist für die Konstruktion von Kreisverkehren im Freiland und in Ortsgebieten anzuwenden.<sup>18</sup>

#### **Begriffsbestimmungen**

##### **Kreisverkehr**

Knoten, in dem mehrere Straßen plangleich in eine richtungsgebundene Kreisfahrbahn einmünden.

##### **Minikreisverkehr**

Kreisverkehr mit einem Außendurchmesser von weniger als 26,0 m und einer überfahrbaren Mittelinsel.

<sup>17</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 28)

<sup>18</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre)

### **Einstreifiger Kreisverkehr**

Kreisverkehr mit einer einstreifigen Kreisfahrbahn und einstreifigen Ein- und Ausfahrten.

### **Mehrstreifiger Kreisverkehr**

Kreisverkehr mit einer mehrstreifigen Kreisfahrbahn und ein— oder mehrstreifigen Ein- und Ausfahrten.

### **Kreisverkehrsarm**

Straße, die in einen Kreisverkehr mündet.

#### **Einfahrt**

Zur Kreisfahrbahn führender Fahrstreifen eines Kreisverkehrsarmes.

#### **Ausfahrt**

Von der Kreisfahrbahn wegführender Fahrstreifen eines Kreisverkehrsarmes.

### **Kreisfahrbahn**

Ein— oder mehrstreifige, annähernd kreisförmige Fahrbahn zur Verbindung der Ein- und Ausfahrten eines Kreisverkehrs.

### **Mittelinsel**

Die Mittelinsel ist die innerhalb der Kreisfahrbahn liegende Fläche, welche – ausgenommen bei Minikreisverkehren – nicht überfahrbar ausgeführt ist.

### **Außendurchmesser**

Der Außendurchmesser eines Kreisverkehrs wird am Außenrand der Kreisfahrbahn gemessen.

### **Bypass**

Eigener Fahrstreifen für Rechtsabbieger, der von der Kreisfahrbahn getrennt ist.

### **Maßgebendes Fahrzeug**

Bemessungsfahrzeug, dessen Schleppkurve für die Prüfung der Befahrbarkeit heranzuziehen ist.

### **Allgemeine Grundsätze**

Kreisverkehre werden üblicherweise drei- oder vierarmig ausgeführt, können jedoch in Sonderfällen auch mehr Arme enthalten. Sie bieten sich vor allem bei Kreuzungen von zwei annähernd gleich stark belasteten Straßen sowie bei Unfallhäufungs- und Gefahrenstellen an.

**Einstreifige** Kreisverkehre stellen den Regelfall eines Kreisverkehrs dar und sind, wenn nicht besondere Gründe dagegen sprechen, den anderen Kreisverkehrsformen vorzuziehen.

**Minikreisverkehre** sind als Sonderfälle nur innerorts bei beengten Platzverhältnissen und Verkehrsgeschwindigkeiten bis zu 50 km/h anzuwenden.

**Mehrstreifige** Kreisverkehre sind aufgrund des höheren Konfliktpotentials erst dann vorzusehen, wenn die Leistungsfähigkeit eines einstreifigen Kreisverkehrs – eventuell mit Bypässen – nicht mehr

ausreichend ist. Dabei ist die höhere Leistungsfähigkeit mehrstreifiger Kreisverkehre mit der im Vergleich zum einstreifigen Kreisverkehr geringeren Verkehrssicherheit abzuwägen.

**Tabelle 1 - Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Kreisverkehrstypen<sup>19</sup>**

	<b>Minikreisverkehr</b>	<b>Einstreifiger Kreisverkehr</b>	<b>Mehrstreifiger Kreisverkehr</b>
Einsatzort	innerorts	inner- oder außerorts	inner- oder außerorts
Außendurchmesser	< 26 m	≥ 26 m	≥ 40 m
Kreisfahrbahn	einstreifig	einstreifig	mehrstreifig
Einfahrten	einstreifig	einstreifig	ein- oder mehrstreifig
Ausfahrten	einstreifig	einstreifig	ein- oder mehrstreifig
Mittelinsel	überfahrbar	nicht überfahrbar	nicht überfahrbar

<sup>19</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre, S. 3)

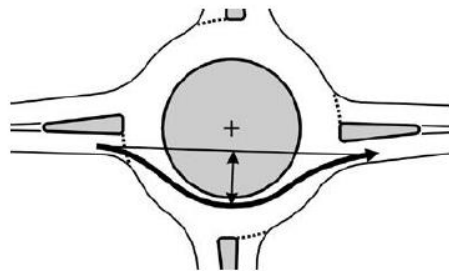
### **Entwurfsgrundsätze**

Kreisverkehre müssen leicht erkennbar, übersichtlich, begreifbar und für die Bemessungsfahrzeuge befahrbar sein.

In der Regel haben Kreisverkehre eine Kreisform aufzuweisen.

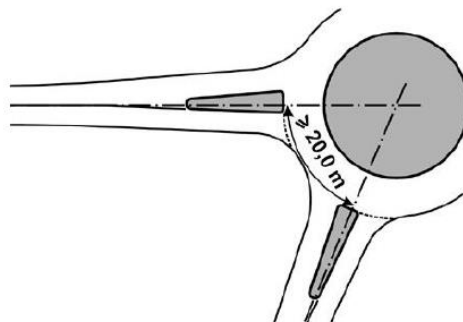
Bei drei- oder vierarmigen einstreifigen Kreisverkehren stellen Außendurchmesser von 35 bis 40 m, bei zweistreifigen Kreisverkehren Außendurchmesser von 50 bis 60 m eine günstige Lösung dar.

Da die hohe Verkehrssicherheit von Kreisverkehren unter anderem aus den geringen Geschwindigkeiten in den Konfliktbereichen resultiert, ist auf eine ausreichende Ablenkung des einfahrenden Verkehrsstromes durch die Mittelinsel zu achten. Deshalb ist die Verlängerung der Achsen der Kreisverkehrsarme möglichst durch den Mittelpunkt des Kreises zu führen.



**Abbildung 16 - Ablenkung durch die Mittelinsel<sup>20</sup>**

Die Kreisverkehrsarme sind möglichst gleichmäßig auf den Kreisumfang zu verteilen. Ausgenommen bei Minikreisverkehren, soll die Länge des Außenbogens zwischen den Achsen von aufeinander folgenden Kreisverkehrsarmen 20,0m nicht unterschreiten.



**Abbildung 17 - Abstand der Kreisverkehrsarme<sup>21</sup>**

Um die Befahrbarkeit zu gewährleisten, kann außerhalb der Kreisfahrbahn eine befestigte Fläche von maximal 1,00m Breite angeordnet werden.

---

<sup>20</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre, S. 5)

<sup>21</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre, S. 6)

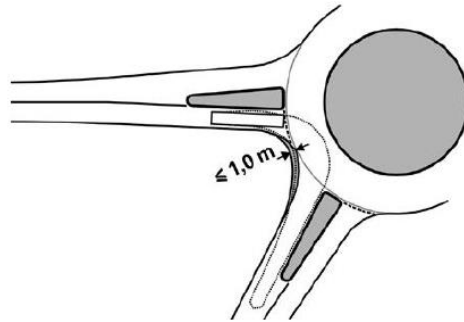


Abbildung 18 - Verbreiterung außerhalb der Kreisfahrbahn<sup>22</sup>

Die Ein- und Ausfahrten in Kreisverkehrsarmen sind durch Fahrbahnteiler zu trennen.

An einstreifigen Kreisverkehren dürfen nur einstreifige Ein- und Ausfahrten angeordnet werden.

### ***Fußgänger und Radfahrer***

Innerhalb bebauter Gebiete sind nach Möglichkeit in allen Fahrbahnteilern, außerhalb bebauter Gebiete nur bei Bedarf, Querungshilfen vorzusehen, wobei die Fahrbahnteiler mit Schräg- oder Hochborden einzufassen sind. Schutzwege sind jedoch nur bei besonders starken Fußgängerströmen anzuordnen. Im Bereich der Querungsstellen sind die Bordsteine abzusenken und ausreichende Aufstellflächen vorzusehen.

Radfahrer sollen im Kreisverkehr auf die gleiche Art wie auf der freien Strecke davor und danach geführt werden. Sind baulich getrennte Radwege vorhanden und ist im Bereich des Kreisverkehrs nicht ausreichend Platz für eine getrennte Führung vorhanden, so ist der Radverkehr vor dem Kreisverkehr geordnet auf die Fahrbahn zu leiten. Radfahr- und Mehrzweckstreifen dürfen nicht auf der Kreisfahrbahn angeordnet werden.

Bei getrennter Führung von Radfahrern ist ihnen in der Regel bei Querung der Kreisverkehrsarme der Vorrang zu nehmen. Ist ein Schutzweg vorhanden, soll auch eine Radfahrerüberfahrt angeordnet werden.

### ***Öffentlicher Verkehr und Sondertransporte***

Da Einrichtungen des öffentlichen Verkehrs und für Sondertransporte an Kreisverkehren nicht dem Regelfall entsprechen, wurde auf nähere Betrachtung dieser verzichtet.

<sup>22</sup> (Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr, 2010, S. 7)

## Kreisverkehrselemente

### Ein- und Ausfahrten

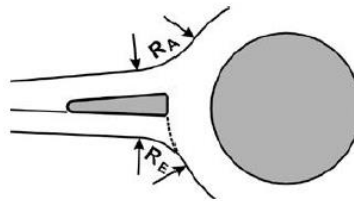
Für Ein- und Ausfahrten von Kreisverkehren werden folgende Mindestbreiten vorgegeben:

- einstreifige Einfahrten: 3,75m
- zweistreifige Einfahrten: 7,00m
- einstreifige Ausfahrten: 4,00m
- zweistreifige Ausfahrten: 7,00m

Damit größeren Fahrzeugen ein möglichst komfortables Ausfahren aus dem Kreisverkehr ermöglicht wird, sollen Einfahrtsradien kleiner als Ausfahrtsradien ausgebildet werden. Richtwerte für Ein- und Ausfahrtsradien sind in der folgenden Tabelle angegeben.

**Tabelle 2 - empfohlene Ein- und Ausfahrtsradien (ausgenommen Minikreisverkehre)<sup>23</sup>**

	Einfahrtsradius $R_E$	Ausfahrtsradius $R_A$
innerhalb bebauter Gebiete	10 bis 14 m	12 bis 16 m
außerhalb bebauter Gebiete	12 bis 16 m	15 bis 25 m



**Abbildung 19 - Ein- und Ausfahrtsradius<sup>24</sup>**

### Kreisfahrbahn

Ihre Breite ist abhängig von der maßgebenden Schleppkurve und beträgt bei einstreifigen Kreisverkehren zwischen 6,50m und 9,00m

Bei unzureichender Ablenkung durch die Mittelinsel wird empfohlen, den innenliegenden Bereich der Kreisfahrbahn mit einer anderen Oberfläche auszuführen als den Rest auszuführen.

Bei zweistreifigen Kreisverkehren beträgt die Breite zwischen 8,00m und 10,00m.

Bei Minikreisverkehren ist die Breite so zu wählen, dass die Kreisinsel von einem 9m LKW nicht befahren werden muss.

### Mittelinsel

Sie soll optisch als Hindernis wahrgenommen werden. Bei großen Kreisverkehren soll durch die Mittelinsel die Sicht von einer Einfahrt zur gegenüberliegenden Ausfahrt verhindert werden. Sie ist gegenüber der Kreisfahrbahn mit Bordsteinen abzugrenzen.

Bei Minikreisverkehren ist die Mittelinsel überfahrbar, jedoch von der restlichen Fahrbahn verschieden zu gestalten und von einer Begrenzungslinie zu umranden.

<sup>23</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre, S. 15)

<sup>24</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre, S. 15)



## Fahrbahnteiler

Zwischen Ein- und Ausfahrt sind, außer in begründeten Ausnahmefällen, immer Fahrbahnteiler vorzusehen. Schlechte Erkennbarkeit eines Kreisverkehrs kann durch verlängerte Fahrbahnteiler verbessert werden.

Sie sollen an der Kreisfahrbahn mindestens 2,00m breit sein.

Im Bereich von Querungsstellen beträgt die Breite mindestens 2,00m, im Regelfall 2,50m. Der Abstand einer Querungsstelle von der Kreisfahrbahn soll in der Regel 6,00m betragen.

An der abgerundeten Spitze hat die Breite mindestens 1,50m zu betragen.

Bei Einfassung des Kreisverkehrs mit Bordsteinen, ist der Fahrbahnteiler bis an den Außenrand der Kreisfahrbahn zu führen, ansonsten 0,25m abzurücken.

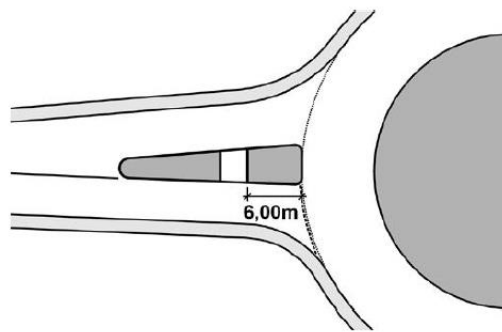


Abbildung 20 - Position des Fahrbahnteilers bei Randeinfassung der Ein- und Ausfahrten<sup>25</sup>

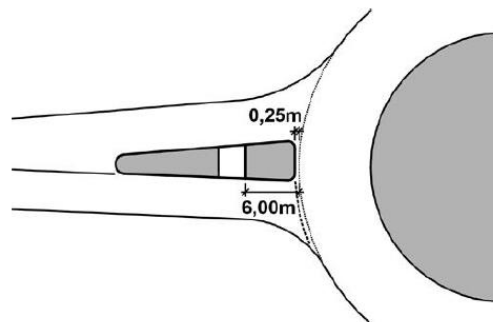


Abbildung 21 - Position des Fahrbahnteilers ohne Randeinfassung der Ein- und Ausfahrten<sup>26</sup>

<sup>25</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre, S. 17)

<sup>26</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre, S. 17)

## Bypass

Bypässe werden prinzipiell eingesetzt um die Leistungsfähigkeit zu erhöhen, jedoch in Sonderfällen auch bei geringeren Auslastungen.

Die Trassierung kann zügig in einem Bogen oder angepasst an die Kreisfahrbahn mit Gegenbogen erfolgen. Die erhöhte Geschwindigkeit bei der zügigen Trassierung ist zu berücksichtigen.

In der Regel beginnt der Bypass mit einem Rechtsabbiegestreifen und endet mit einem Rechtseinbiegestreifen oder einer Fahrstreifenaddition.

Der Rechtsabbiegestreifen dient grundsätzlich der Vorbeileitung von Rechtsabiegern am Rückstau, jedoch auch der Entflechtung der verschiedenen Verkehrsströme. Es kann jedoch auch auf einen Rechtsabbiegestreifen verzichtet werden und stattdessen als Einleitung des Bypass eine Ausfahrlücke angeordnet werden.

Die Länge der Verzögerungsstrecke eines Rechtsabbiegestreifens hat mindestens 20m zu betragen.

Die Verziehung der Fahrstreifenwechselstrecke wird im Verhältnis 1:10 ausgeführt.

Die Einfahrts- und Manöverstrecke des Rechtseinbiegestreifens haben eine Mindestlänge von 75,0m.

Die Verziehung zum Abbau des Bypass ist im Verhältnis 1:20 auszuführen.

Ohne Rechtseinbiegestreifen dürfen Bypässe nur in begründeten Einzelfällen ausgeführt werden.

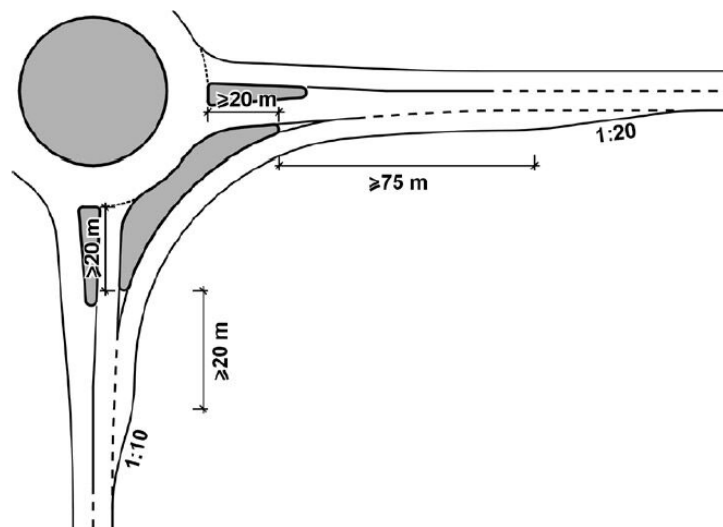
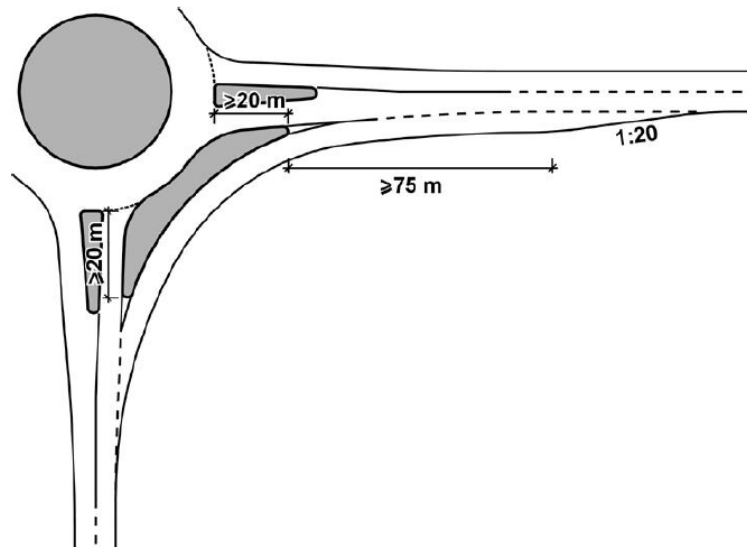


Abbildung 22 - Bypass mit Rechtsab- und Rechtseinbiegestreifen<sup>27</sup>

<sup>27</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre, S. 18)



**Abbildung 23 - Bypass ohne Rechtsabbiegestreifen<sup>28</sup>**

In der Regel sind Bypässe baulich getrennt mit einem Abstand von mindestens 1,50m zur Kreisfahrbahn zu konstruieren. Beträgt der Abstand 2,50m oder mehr, kann eine bauliche Trennung entfallen und durch einen Grünstreifen ersetzt werden. In Ausnahmefällen kann auch eine Trennung ausschließlich durch Bodenmarkierungen oder eine ebene Pflasterung erfolgen.

Der Fahrbahnteiler zwischen Bypass und Fahrbahn soll mindestens 20m vor und nach der Kreisfahrbahn beginnen bzw. enden.

Im Bereich von Querungsstellen sind Bypässe jedenfalls baulich von der Fahrbahn zu trennen und Fahrbahnteiler haben eine Mindestbreite von 2,00m, in der Regel 2,50m Breite, aufzuweisen und sind im Bereich der Querungsstelle abzusenken.

Die erforderliche Fahrbahnbreite eines Bypass ergibt sich aus der maßgebenden Schleppkurve sowie einem Sicherheitsabstand von beidseitig 0,50m.

### ***Kontrolle der Befahrbarkeit***

Die Kontrolle der Befahrbarkeit hat nach RVS 03.05.12 zu erfolgen. Außerhalb der maßgebenden Schleppkurven sollen beidseitig 0,25m Abstand zum Fahrbahnrand vorhanden sein. Die Ausfahrten sollen in Komfortstufe A oder B befahrbar sein.

Allenfalls notwendige befestigte Flächen außerhalb der Fahrbahn sollen nicht breiter als 1,00m sein.

Minikreisverkehre sollen von einem 9m LKW befahren werden können ohne die Mittelinsel zu überstreichen. Bei größeren Fahrzeugen darf diese auch überfahren werden.

<sup>28</sup> (RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre, S. 19)

## 2.3 Deutsche Richtlinien

### 2.3.1 RAL – Richtlinien für die Anlage von Landstraßen<sup>29</sup>

#### ***Knotenpunktarten***

Laut RAL werden Straßen, je nach verkehrlicher Bedeutung, in Entwurfsklassen von EKL 1 bis EKL 4 eingeteilt. In Abhängigkeit der Entwurfsklasse zweier Straßen einer Kreuzung beziehungsweise einer Einmündung, wird der Entwurf von Knotenpunkten entscheidend mitbestimmt.

Bei Knotenpunkten, in denen Straßen der EKL 1 oder EKL 2 mit Straßen der EKL 1 zusammentreffen, kommen planfreie oder teilplanfreie Konstruktionen zum Einsatz.

Plangleiche Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage kommen im Regelfall zur Anwendung, wenn eine Straße der EKL 2 oder EKL 3 in eine Straße der EKL 2 einmündet. Bilden zwei Straßen dieser Entwurfsklassen einen vierarmigen Knotenpunkt, ist nur in Ausnahmefällen ein lichtsignalgeregelter plangleicher Knotenpunkt oder ein Kreisverkehr anzuordnen. In der Regel soll bei diesem Kreuzungsfall ein teilplanfreier Knotenpunkt verwendet werden.

Bei Knotenpunkten von Straßen der EKL 3 miteinander, oder mit Straßen der EKL 4 soll geprüft werden, ob eine Lichtsignalanlage vonnöten ist. Bei diesem Szenario können auch Kreisverkehre zur Anwendung kommen.

Bei Knotenpunkten zweier Straßen der EKL 4 kommen in der Regel vorfahrtgeregelter Knotenpunkte zum Einsatz.

Die Straßenachsen in einem Knotenpunkt sollen möglichst im rechten Winkel aufeinander treffen, wobei Grenzwerte von 80gon bis 120gon einzuhalten sind.

#### ***Knotenpunktelemente***

##### **Durchgehende Fahrstreifen**

Im Regelfall sind durchgehende Fahrstreifen im Knotenpunktbereich gleich breit auszubilden wie in den angrenzenden Streckenabschnitten. Um bei begrenzten Platzverhältnissen Fahrstreifen für abbiegende Verkehrsströme anordnen zu können, kann die Breite von durchgehenden Fahrstreifen jedoch um 0,25m verringert werden.

##### **Linksabbiegen**

Es gibt vier exakt definierte Anordnungen von Entwurfselementen eines Knotenpunkts, die in Abhängigkeit der Entwurfsklassen der aufeinander treffenden Straßen festgelegt sind. Nachfolgend sind diese vier Varianten skizzenhaft dargestellt und die Parameter ihrer Entwurfselemente aufgelistet.

---

<sup>29</sup> (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2012)

Tabelle 3 - Linksabbiegetypen<sup>30</sup>

Linksabbiegetyp	Skizze
LA1	
LA2	
LA3	
LA4	
Systemskizze	

Der Linksabbiegetyp LA1 findet bei lichtsignalgeregelten, die anderen drei, bei vorfahrtgeregelten Knotenpunkten Anwendung. Die Randstreifenbreite beträgt bei allen vier Varianten gleichermaßen 0,50m.

#### Linksabbiegetyp LA1

- Besteht aus Aufstellstrecke  $l_A$ , Verzögerungsstrecke  $l_v$ , Verziehungsstrecke  $l_z$ .
- Die Breite beträgt 3,25m.
- Lage der Haltelinie abhängig von  $n_{MIV}$ , Standort der Signalgeber sowie Schleppkurven (gleichzeitig ein- und abbiegender Fahrzeuge (Lastzug maßgebend)).
- $l_{A,min} = 20,0m$
- $l_v = 40m$  (EKL2) /  $20m$  (EKL3)
- $l_z = 70m$  (einseitige Verziehung) /  $50,0m$  (beidseitige Verziehung)
- Der Linksabbiegestreifen wird mit einer Sperrfläche eingeleitet.

<sup>30</sup> (RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, S. 65)

- Die Rückverziehung beginnt nach 40,0m bei einseitiger, nach 30,0m bei beidseitiger Aufweitung.

#### Linksabbiegetyp LA2

- Besteht aus Aufstellstrecke  $l_A$ , Verzögerungsstrecke  $l_V$  und Verziehungsstrecke  $l_Z$ .
- Die Breite beträgt 3,25m.
- Die Lage der Wartelinie ergibt sich aus der Konstruktion des Fahrbahnteilers in der untergeordneten Fahrbahn, kann jedoch aufgrund der Schleppkurve einbiegender Fahrzeuge verschoben werden.
- Die Schleppkurven entgegenkommender Linksabbieger dürfen sich nicht überschneiden.
- $l_A$  ist abhängig von der Rückstaulänge laut HBS und beträgt mindestens 20,0m.
- $l_V = 20,0m$  - Wenn gemäß HBS kein nennenswerter Rückstau zu erwarten ist, kann darauf verzichtet werden.
- $l_Z = 70,0m$  bei einseitiger, 50,0m bei beidseitiger Verziehung.
- Die Einleitung des Linksabbiegestreifens erfolgt mit einer Sperrfläche.
- Die Rückverziehung beginnt nach 40,0m bei einseitiger und nach 30,0m bei beidseitiger Aufweitung. In zu begründenden Ausnahmefällen kann sie auf 30,0m bzw. 20,0m reduziert werden.

#### Linksabbiegetyp LA3

- Setzt sich aus Aufstellstrecke  $l_A$  und Verziehungsstrecke  $l_Z$  mit offener Einleitung zusammen
- Die Breite beträgt 2,75m.
- Innerhalb der Verziehungsstrecke erfolgt eine Verbreiterung der durchgehenden Fahrstreifen auf 2,75m.
- Die Wartelinien werden unter Berücksichtigung der Schleppkurven von ein- und abbiegenden Fahrzeugen festgelegt.
- Die Schleppkurven entgegenkommender Linksabbieger dürfen sich nicht überschneiden
- $l_A$  ist abhängig von der Rückstaulänge laut HBS, mindestens jedoch 10m.
- $l_Z = 70,0m$  bei einseitiger, 50,0m bei beidseitiger Verziehung.
- Fahrstreifenbegrenzungen neben Linksabbiegestreifen bzw. gegenüber liegender Sperrfläche beginnen und enden bei einer baulichen Aufweitung von 6,50m.

#### Linksabbiegetyp LA4

- Besteht aus Aufstellstrecke  $l_A$  und Verziehungsstrecke  $l_Z$  und besitzt eine offene Einleitung.
- Der Aufstellbereich besitzt eine Länge von 10,0m und soll gemeinsam mit dem durchgehenden Fahrstreifen eine Breite von 4,75m aufweisen.
- Der Fahrstreifen in Gegenrichtung wird 2,75m breit ausgeführt.
- $l_Z = 70,0m$  bei einseitiger,  $50,0m$  bei beidseitiger Verziehung.
- Die Fahrstreifenbegrenzung neben dem Linksabbiegestreifen beginnt bei einer baulichen Aufweitung von 6,50m.

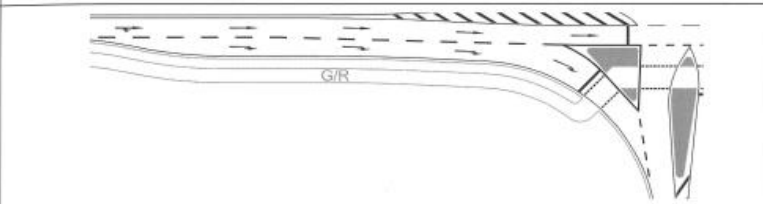
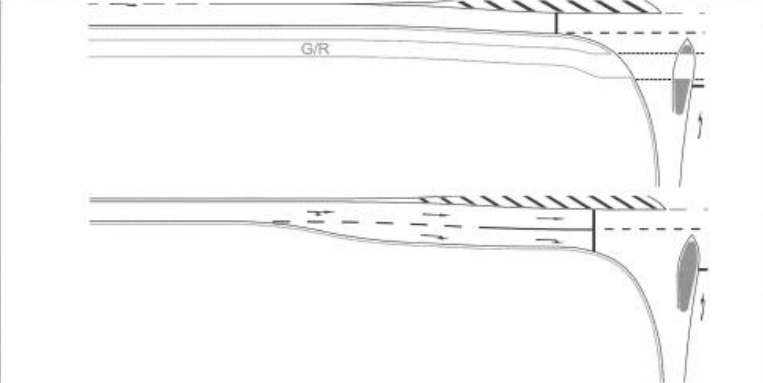
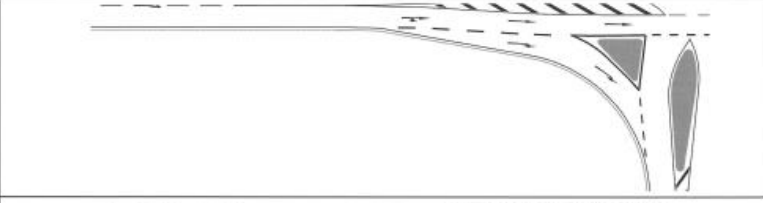



#### Linksabbiegen ohne bauliche Veränderung

Es sollen nur gering belastete Wirtschaftswege oder Grundstückszufahrten ohne bauliche Veränderung an Straßen der EKL 4 und in Ausnahmefällen an Straßen der EKL 3 angeschlossen werden.

## Rechtsabbiegen

Wie beim Linksabbiegen, gibt es auch beim Rechtsabbiegen genau definierte Zusammensetzungen von Entwurfs-elementen für alle möglichen Kombinationen von Straßen mit verschiedenen oder gleichen Entwurfsklassen, die in einem Knotenpunkt zusammentreffen. In diesem Fall gibt es in nachfolgender Tabelle dargestellte sechs Rechtsabbiegetypen.

**Tabelle 4 - Rechtsabbiegetypen<sup>31</sup>**

Rechts-abbiegetyp	Skizze	zugeordneter Zufahrttyp
RA1		KE1/KE2
RA2		KE1/KE2
RA3		KE3
RA4		KE4
RA5*		KE5*
RA6*		KE6*

<sup>\*)</sup> Wenn nach Abschnitt 6.4.5 das Linksabbiegen ohne bauliche Veränderung möglich ist, kann der kleine Tropfen entfallen, falls die Erkennbarkeit der Wartepflicht durch Verkehrszeichen und/oder Bepflanzung sichergestellt ist.

<sup>31</sup> (RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, S. 68)



Rechtsabbiegetyp RA1

Die Entwurfselemente von RA1 setzen sich aus parallel geführtem Rechtsabbiegestreifen, Dreiecksinsel und großem Tropfen zusammen.

- Der Rechtsabbiegestreifen besteht aus Aufstellstrecke  $l_A$ , Verzögerungsstrecke  $l_V$  und Verziehungsstrecke  $l_Z$  und hat eine Breite von 3,25m.
- $l_A$  ist abhängig von der Rückstaulänge laut HBS und beträgt mindestens 20,0m.
- $l_V = 40,0\text{m}$  (EKL2) oder  $20,0\text{m}$  (EKL3)
- $l_Z = 30,0\text{m}$
- Die Fahrbahnbreite zwischen Dreiecksinsel und Eckausrundung beträgt mindestens 5,50m – Nachweis der Befahrbarkeit mit Schleppekurven.
- Die Eckausrundung erfolgt mit einfachem Kreisbogen – Der Radius ergibt sich aus geometrischen Randbedingungen aus den folgenden Kapiteln.
- Bei der Führung von Radfahrern und Fußgängern auf einem Sonderweg parallel zur übergeordneten Fahrbahn, soll dieser nah daran (bis zu 4,00m entfernt) über Dreiecksinsel und Tropfen geführt werden.

Rechtsabbiegetyp RA2

RA2 setzt sich aus einer Eckausrundung mit dreiteiliger Kreisbogenfolge und einem kleinem Tropfen zusammen.

- Bei der Querung von Radfahrern und Fußgängern auf einem Sonderweg parallel zur übergeordneten Fahrbahn, soll die Querung nah (bis zu 4m entfernt) über den kleinen Tropfen (auch mit Rechtsabbiegestreifen) geführt werden.
- Der Rechtsabbiegestreifen (wenn laut HBS erforderlich) setzt sich aus Aufstellstrecke, Verzögerungsstrecke und Verziehungsstrecke zusammen und soll eine Breite von 3,25m (inkl. unterbrochener Fahrbahnbegrenzungslinie) aufweisen.
- $l_{A,\min} = 20,0\text{m}$
- $l_V = 40,0\text{m}$  (EKL2) /  $20,0\text{m}$  (EKL3)
- $l_Z = 30,0\text{m}$

Rechtsabbiegetyp RA3

Der Rechtsabbiegetyp RA3 besteht aus einer Eckausrundung mit einem Radius von 25,0m, einer Dreiecksinsel und einem großen Tropfen. Die Fahrbahnbreite zwischen Dreiecksinsel und Eckausrundung beträgt mindestens 5,50m. Die Befahrbarkeit ist mit Schleppekurvenuntersuchungen nachzuweisen. Wird der Rechtsabbiegestrom von Radfahrern und Fußgängern gequert, ist diese Variante nicht anzuwenden.

#### Rechtsabbiegetyp RA4

Die Eckausrundung erfolgt mit dreiteiliger Kreisbogenfolge und wird mit einem kleinen Tropfen kombiniert. Bei Führung von Radfahrern und Fußgängern über die untergeordnete Knotenpunktzufahrt, haben diese Wartepflicht und werden mindestens 6,00m von der übergeordneten Fahrbahn entfernt, ohne Furtmarkierung, über den Tropfen geführt.

#### Rechtsabbiegetyp RA5

Wie bei RA4, wird die Eckausrundung mit einer dreiteiligen Kreisbogenfolge durchgeführt und mit einem kleinen Tropfen kombiniert. Der Unterschied zu RA4 besteht darin, dass bei der Führung von Radfahrern und Fußgängern über die untergeordnete Zufahrt, eine bevorrechtigte Furt nahe (bis 4,00m Abstand) der übergeordneten Straße angeordnet wird.

#### Rechtsabbiegetyp RA6

RA6 besteht aus einer Eckausrundung mit dreiteiliger Kreisbogenfolge und einem kleinen Tropfen.

## Kreuzen und Einbiegen

Es werden sechs Zufahrtstypen für Kreuzen und Einbiegen unterschieden. Gemeinsam haben alle Varianten, dass die Eckausrundungen mit dreiteiligen Kreisbogenfolgen auszuführen sind und dass die Fahrbahnbreite zwischen Tropfen und Eckausrundung (inklusive beidseitiger Randstreifen) mindestens 4,50m beträgt.

Tabelle 5 - Zufahrtstypen für Kreuzen und Einbiegen<sup>32</sup>

Zufahrtstyp	Skizze	zugeordneter Rechtsabbiegetyp
KE1*		RA1/RA2
KE2*		RA1/RA2
KE3		RA3
KE4		RA4
KE5		RA5
KE6		RA6**

\*1) Ausbildung bei Kombination mit RA2 und kleinem Tropfen

\*\*1) Wenn nach Abschnitt 6.4.5 das Linksabbiegen ohne bauliche Veränderung möglich ist, kann der kleine Tropfen entfallen, wenn die Erkennbarkeit der Wartepflicht durch Verkehrszeichen und/oder Bepflanzung sichergestellt ist.

<sup>32</sup> (RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, S. 71)

Zufahrttyp KE1 - wird in Kombination mit den Rechtsabbiegetypen RA1 oder RA2 bei lichtsignalgeregelten Knoten angewandt.

- Fahrstreifen für Links- und Rechtseinbieger werden mit einer Breite von 3,25m ausgeführt.
- Die Längen der zugehörigen Aufstellbereiche können laut HBS ermittelt werden.
- Die Fahrbahnverbreiterung zur Anlage zusätzlicher Fahrstreifen wird von der Achse aus nach rechts vorgenommen.
- Bei RA1 kommt ein kleiner, bei RA2 ein großer Tropfen zum Einsatz.
- Der Randstreifen am rechten Fahrbahnrand besitzt eine Breite von 0,50m.
- Der Randstreifen am Tropfen hat eine Breite von 0,25m (Verbreiterung auf 0,50m zur besseren Entwässerung möglich).
- Die Querung von Radfahrern und Fußgängern wird wie bei RA1 und RA2 ausgeführt.

Zufahrttyp KE2 - kommt ebenfalls in Kombination mit RA1 oder RA2, jedoch nur wenn ein einstreifiger Aufstellbereich ausreichend ist, zum Einsatz.

- Bei RA1 kommt ein kleiner, bei RA2 ein großer Tropfen zum Einsatz.
- Die Querung von Radfahrern und Fußgängern wird wie bei den Rechtsabbiegetypen RA1 und RA2 ausgeführt.

Zufahrttyp KE3 - kommt zusammen mit Rechtsabbiegetyp RA3, bei nicht lichtsignalgeregelten Knoten zum Einsatz.

- Es wird immer ein großer Tropfen angeordnet.
- Es werden keine Fußgänger- oder Radfahrerströme über die Zufahrt geführt.
- Bei einem Rechtseinbiegestrom mit hohem Schwerverkehrsanteil, der in eine Fahrbahn mit hoher Steigung mündet, wird ein Einfädungsstreifen mit Länge  $l_E \geq 150m$ , hinter einer Dreiecksinsel geführt, notwendig.

Zufahrttyp KE4 – wird gemeinsam mit Rechtsabbiegetyp RA4 angewendet.

- Hier kommt ein kleiner Tropfen zum Einsatz.
- Querende Radfahrer und Fußgänger werden auf einem Sonderweg parallel zur übergeordneten Fahrbahn (min 6m abgesetzt), wartepflichtig ohne Furtmarkierung über den Tropfen

Zufahrttyp KE5 – wird gemeinsam mit Rechtsabbiegetyp RA5 angewendet.

- Es wird ein kleiner Tropfen verwendet.
- Die Fahrstreifenbegrenzung vor dem Tropfen beginnt an jener Stelle, wo die Fahrbahnbreite durch die bauliche Aufweitung 6,50m beträgt.
- Bei Führung von Radfahrern und Fußgängern über die untergeordnete Fahrbahn, erfolgt dies wie bei Rechtsabbiegetyp RA5.

Zufahrtstyp KE6 – wird gemeinsam mit Rechtsabbiegetyp RA6 angewendet.

- Wenn Radfahrer und Fußgänger auf einem Sonderweg über die untergeordnete Fahrbahn geführt werden müssen, ist Zufahrtstyp KE6 nicht anzuwenden.
- Es wird ein kleiner Tropfen verwendet.
- Die Fahrstreifenbegrenzung vor dem Tropfen beginnt an jener Stelle, wo die Fahrbahnbreite durch die bauliche Aufweitung 6,50m beträgt.

### Fahrbahnteiler

Fahrbahnteiler in untergeordneten Knotenpunktzufahrten werden als großer oder kleiner Tropfen konstruiert und entsprechend den Zufahrtstypen angeordnet. Sie sind so auszuführen, dass an Kreuzungen ein gleichzeitiges Linksabbiegen möglich ist, wodurch sich die jeweiligen Schleppkurven nicht überschneiden dürfen. Bei lichtsignalgeregelten Kreuzungen kann es auch erforderlich sein, dass gleichzeitige Linkseinbiegevorgänge möglich sind. Um dies zu ermöglichen, können die Fahrbahnteiler weiter vom Fahrbahnrand der übergeordneten Straße abgerückt werden.

Abgesehen von einer eventuellen Abrückung, erfolgt die Konstruktion nach geometrisch exakt definierten Arbeitsschritten.

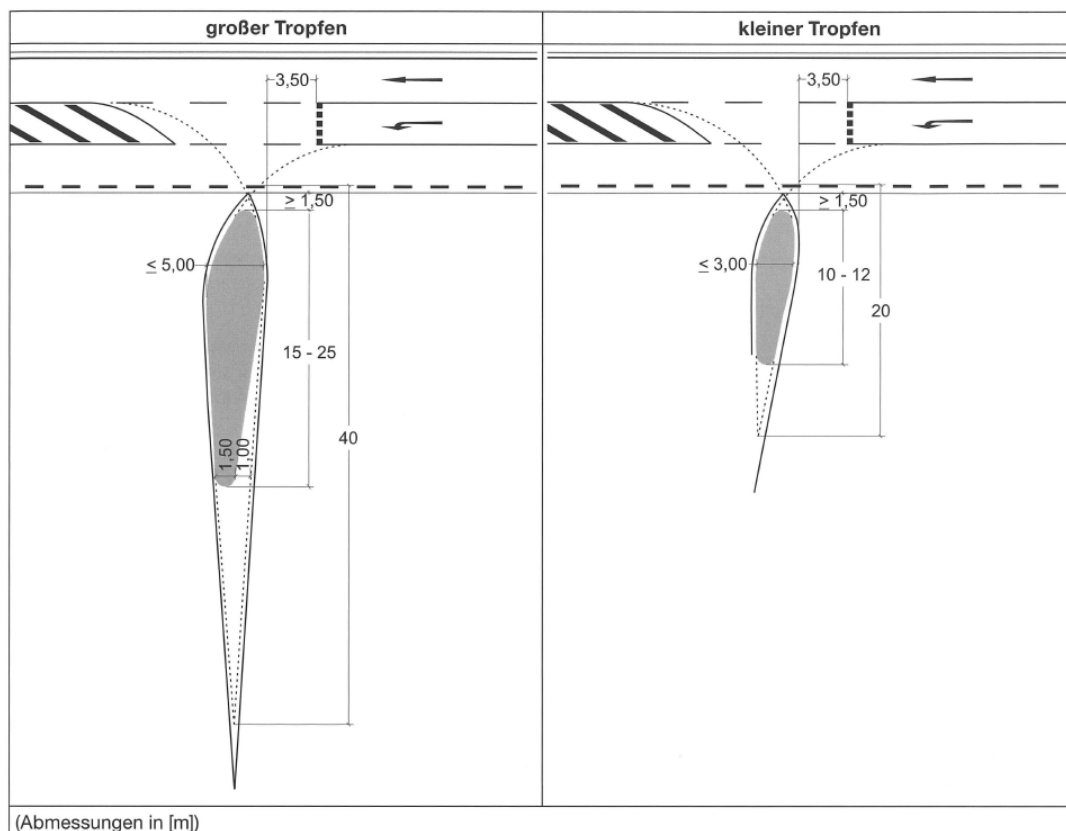


Abbildung 24 - Fahrbahnteiler an Einmündungen und Kreuzungen<sup>33</sup>

<sup>33</sup> (RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, S. 73)

### Dreiecksinsel

Die Kanten von Dreiecksinseln werden in der Regel parallel zum jeweiligen Fahrstreifenrand ausgebildet. Bei geringer Länge können sie auch gerade geführt werden. Sie sollen zwischen 5,00m und 20,0m lang sein.

Wird eine Furt über eine Dreiecksinsel geführt, sollen die neben der Furt verbleibenden Inselkanten eine Mindestlänge von 1,50m aufweisen.

Die genaue Konstruktion der Dreiecksinsel ist ebenfalls Schritt für Schritt geometrisch definiert.

### Eckausrundung

Im Regelfall kommt eine dreiteilige Kreisbogenfolge mit dem Radienverhältnis  $R_E$  (einleitender Radius) :  $R_H$  (Hauptbogenradius) :  $R_A$  (ausleitender Radius) = 2 : 1 : 3 zur Anwendung. Die Radien sollen so gewählt werden, dass beim Ein- und Abbiegen im Regelfall der Gegenfahrstreifen nicht mitbenutzt werden muss. Geringe Überstreichungen des Linksabbiegestreifens dürfen beim Rechtseinbiegen von Lastzügen jedoch auftreten.

Die Zentriwinkel von ein- und ausleitendem Radius sind mit 17,5gon und 22,5gon immer konstant.

Der Hauptbogenradius soll im Regelfall bei Knotenpunkten mit einem Kreuzungswinkel von 100gon für den Rechtsabbiegetyp RA6 12,0m und für den Zufahrtstyp KE6 10,0m betragen. Bei allen anderen Rechtsabbiegetypen soll der Hauptbogenradius 15,0m und bei Zufahrtstypen 12,0m betragen.

Die minimale Fahrstreifenbreite zwischen Eckausrundung und Tropfen beträgt 4,50m.

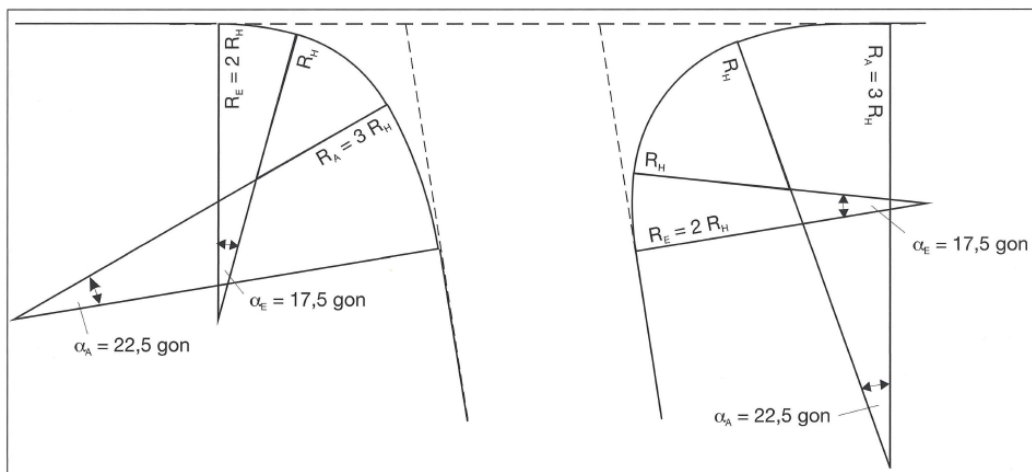


Abbildung 25 - Eckausrundung mit dreiteiliger Kreisbogenfolge<sup>34</sup>

### Kreisfahrbahn

Die Kreisfahrbahn ist als einstreifige Fahrbahn mit konstanter Breite und konstantem Radius auszuführen. Die Breite der Kreisfahrbahn ist vom Außendurchmesser des Kreisverkehrs abhängig und hat bei kleinen Kreisverkehren, inklusive des Randstreifens mit einer Breite von 0,50m, folgende Abmessungen:

- 7,50m bei Außendurchmessern von 35,0m bis 40,0m
- 7,00m bei Außendurchmessern von 40,0m bis 50,0m

<sup>34</sup> (RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, S. 74)

## Kreisein- und -ausfahrten

Die Konstruktion von Kreisein- und -ausfahrten soll einstreifig erfolgen.

Kreiseinfahrten sollen möglichst radial an die Kreisfahrbahn geführt werden und durch Fahrbahnteiler von Kreisausfahrten zu trennen. Die Achsen der Fahrbahnteiler sollen durch den Kreismittelpunkt verlaufen.

Die Fahrbahnbreite soll an der engsten Stelle der Zufahrt eine Breite von 4,50m – 5,00m, an der Ausfahrt 4,75m – 5,50m aufweisen. Die Randstreifen werden am Fahrbahnrand 0,50m und am Fahrbahnteiler 0,25m – 0,50m breit ausgebildet.

Die Fahrbahnteiler sollen an Querungsstellen für Radfahrer und Fußgänger eine Mindestbreite von 2,50m besitzen.

Die Eckausrundungen werden als einfache Kreisbögen mit Radien zwischen 14,0m und 16,0m bei Kreiseinfahrten und zwischen 16,0m und 18,0m bei Kreisausfahrten ausgeführt. Bei Kreisausfahrten können diese Werte um bis zu 30% überschritten werden, sofern diese nicht von Radfahrern oder Fußgängern gequert werden.

## Bypass

Rechtsabbieger werden über einen Ausfädelungstreifen auf den Bypass und über einen Einfädelungstreifen in die benachbarte Kreisausfahrt geleitet.

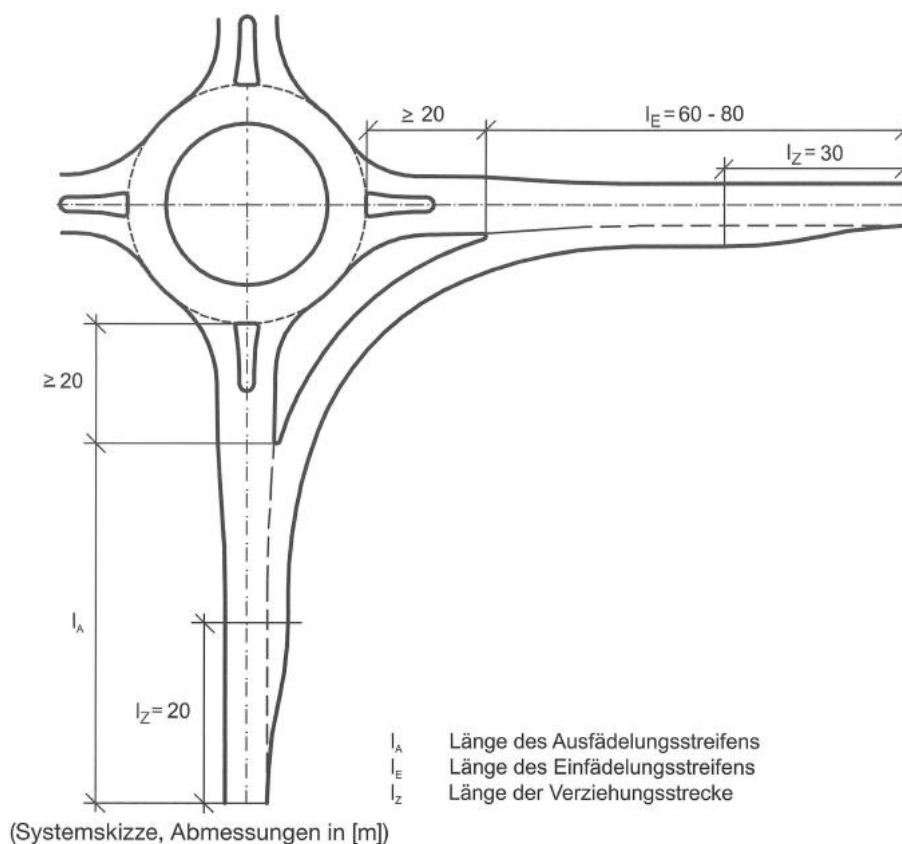


Abbildung 26 - Bypass am Kreisverkehr<sup>35</sup>

<sup>35</sup> (RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, S. 76)

### Ausfädelungstreifen

- Die Breite beträgt inklusive unterbrochener Fahrbahnbegrenzungslinie 3,50m.
- Die Länge der Verziegungsstrecke beträgt 20,0m.
- Der angrenzende Randstreifen ist 0,50m breit.
- Die Länge des Ausfädelungstreifens ist in Abhängigkeit des Rückstaus laut HBS festzulegen.

### Bypass

- Die Trassierung hat ohne Gegenbogen zu erfolgen.
- Die Fahrbahnbreite beträgt 5,50m.
- Die Befahrbarkeit ist mittels Schleppkurven nachzuweisen.
- Für querende Radfahrer und Fußgänger besteht Wartepflicht.

### Einfädelungstreifen

- Die Breite beträgt inklusive unterbrochener Fahrbahnbegrenzungslinie 3,50m.
- Der Einfädelungstreifen besitzt eine Gesamtlänge von 60,0m bis 80,0m.
- Die Verziegungsstrecke hat eine Länge von 30,0m.
- Der angrenzende Randstreifen ist 0,50m breit.

### ***Überprüfung der Befahrbarkeit***

Die Befahrbarkeit für alle Ab- und Einbiegevorgänge ist mittels Schleppkurven zu überprüfen. In der Regel ist für die Leitlinien Fahrweise 1 zu verwenden. Das bedeutet, dass der Einlenkvorgang während der Fahrt erfolgt. Als Bemessungsfahrzeug ist in der Regel der Lastzug heranzuziehen.

Zusätzlich zur überstrichenen Fläche sollen seitliche Toleranzen von 0,50m eingehalten werden.

Die Leitlinien, auf denen der Mittelpunkt der lenkenden Vorderachse des Bemessungsfahrzeuges geführt wird, soll Mindestradien von 12,5m aufweisen.



## ***Führung des Rad- und Fußgängerverkehrs***

### **Einmündungen/Kreuzungen ohne Lichtsignalanlage**

Je nach Typ der untergeordneten Knotenpunktzufahrt werden Radfahrer und Fußgänger entweder bevorrechtigt oder wartepflichtig geführt.

Bei wartepflichtiger Führung, sollen Radfahrer und Fußgänger im Abstand von mindestens 6,00m zur übergeordneten Fahrbahn über den Fahrbahnteiler geleitet werden, wobei keine Furtmarkierung zulässig ist. Die Aufstellfläche im Bereich des Fahrbahnteilers ist in der Regel 2,50m breit.

Werden Radfahrer bevorrechtigt über die Fahrbahn der untergeordneten Knotenpunktzufahrt geführt, hat dies in einem Abstand von maximal 4,00m zur übergeordneten Fahrbahn zu erfolgen. In diesem Fall ist eine Furt mit einer Breite von 2,50m zu markieren.

Die Querung der übergeordneten Straße erfolgt nicht im unmittelbaren Knotenpunktbereich und wird deshalb hier nicht behandelt.

### **Einmündungen/Kreuzungen mit Lichtsignalanlage**

In der Regel erfolgt die Führung der Radfahrer und Fußgänger durch eine 4,00m breite markierte Furt, in einem Abstand von bis zu 4,00m zur übergeordneten Fahrbahn.

### **Kreisverkehre**

Der Rad- und Fußgängerverkehr soll wartepflichtig in einem Abstand von mindestens 6,00m über den Fahrbahnteiler der Kreisverkehrszufahrt geführt werden.

## 2.3.2 RASt 06 – Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen<sup>36</sup>

### ***Allgemeines zu Knotenpunkten an Stadtstraßen***

Die Anzahl der Fahrstreifen im Knotenpunkt richtet sich nach:

- angrenzenden Strecken
- Abbiegeverkehrsstärken
- gewünschter Qualität des Verkehrsablaufes
- Anforderungen von Fußgänger-/Radverkehr, ÖPNV und Umfeld

Zur Qualitätsverbesserung des Verkehrsablaufs, kann die Anzahl der durchgehenden Fahrstreifen in einem lichtsignalgeregelten Knotenpunkt erhöht werden. Bei vorfahrtgeregelten Knotenpunkten soll dies vermieden werden.

Für die Breite der Fahrstreifen im Knotenpunkt gelten folgende Regeln:

- Durchgehende Fahrstreifen sind ebenso breit wie Fahrstreifen auf angrenzenden Strecken auszuführen, sofern sie nicht durch Borde und Sperrflächen begrenzt sind.
- Bei beengten Verhältnissen können sie um 0,25m schmaler werden.
- Bei mehrstreifigen Knotenpunktzufahrten mit  $v \leq 50\text{km/h}$ , erforderlichenfalls Verringerung der Breite auf 3,00m, bei inneren Fahrstreifen ausnahmsweise bis auf 2,75m, wenn dadurch erforderliche Abbiegestreifen geschaffen werden können.
- Abbiegestreifen können 0,25m schmaler sein, sollen jedoch mindestens 2,75m, bei Linienbusverkehr 3,00m breit sein.

### ***Einmündungen/Kreuzungen mit Rechts-vor-Links-Regelung***

Sie kommen bei Erschließungsstraßen in Tempo-30-Zonen zum Einsatz. Sie müssen lediglich den Kriterien der Verkehrssicherheit und Übersichtlichkeit entsprechen und werden geometrisch nicht exakt definiert.

---

<sup>36</sup> (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2006)

### Einmündungen/Kreuzungen mit vorfahrtregelnden Verkehrszeichen

Sie kommen in der Regel bei Knotenpunkten von Erschließungsstraßen unterschiedlichen Ranges und bei Anschlussknotenpunkten von Erschließungsstraßen an Hauptverkehrsstraßen zum Einsatz. Es kann zwischen drei Arten der Führung von Linksabbiegern unterschieden werden, die je nach Verkehrsstärke zur Anwendung kommen.

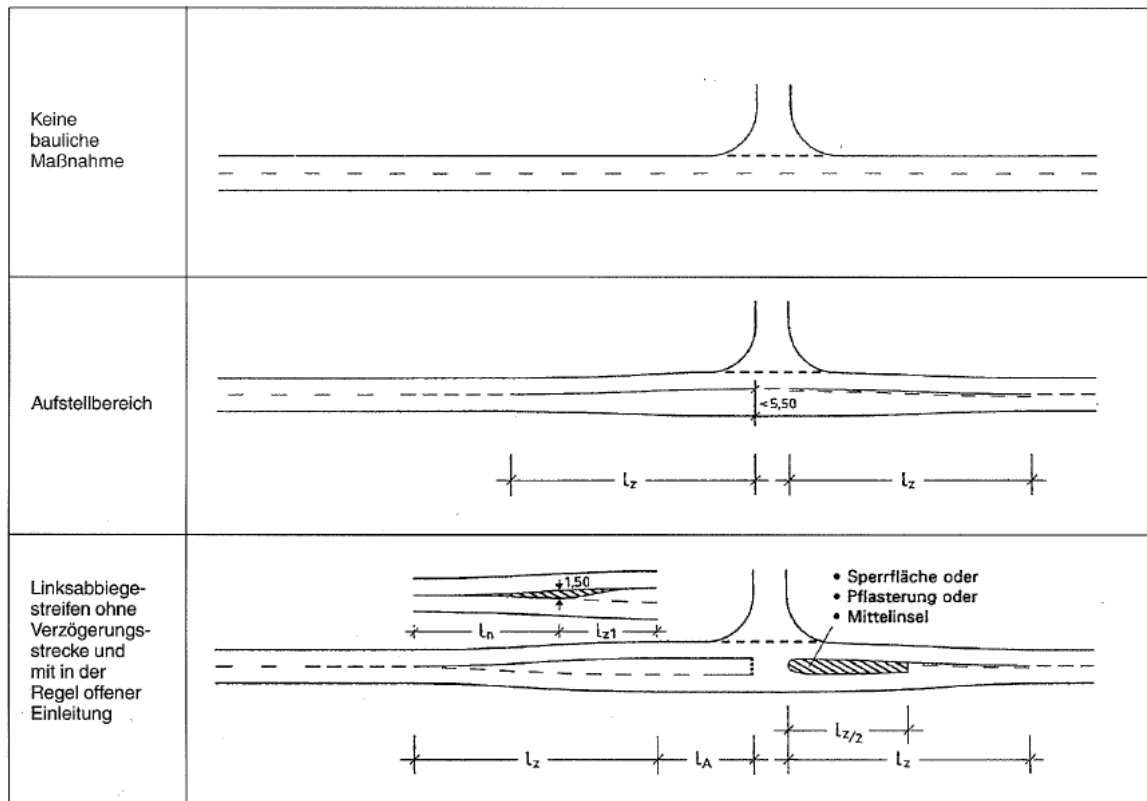


Abbildung 27 - Formen der Führung von Linksabbiegern an Hauptverkehrsstraßen<sup>37</sup>

Bei angebauten Hauptverkehrsstraßen ist meist eine Verzögerungsstrecke  $l_z$  von 10,0m bis 20,0m ausreichend. Bei anbaufreien Hauptverkehrsstraßen ist  $l_z$  abhängig von der zulässigen Geschwindigkeit und dem Verbreiterungsmaß.

Bei geschlossener Einleitung erfolgt die Verziehung ab einer Fahrbahnaufweitung von 1,50m mit einer Länge  $l_{z1}$  von maximal 30,0m. Entwickelt sich ein Linksabbiegestreifen aus einem Mittelstreifen oder einer Mittelinsel, kann er abrupt beginnen.

Die Aufstellstrecke  $l_A$  beginnt an der Wartelinie und wird aus der Verkehrsstärke der betreffenden Ströme ermittelt. Ohne Nachweis gilt ein Regemaß von 20,0m und ein Mindestmaß von 10,0m.

### Führung des Fußgängerverkehrs

Bei Einmündungen und Kreuzungen sollen die Fußgänger über wartepflichtige Zufahrten umwegfrei geführt werden. Über bevorrechtigte Zufahrten erfolgt die Fußgängerführung mit geeigneten Überquerungsanlagen.

<sup>37</sup> (RASt 06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, S. 110)

### **Führung des Radverkehrs**

Die Führung des Radverkehrs über wartepflichtige Zufahrten erfolgt in der Regel bevorrechtigt auf Radfahrerfurten. Linksabbiegende Radfahrer können in der Regel direkt geführt werden. Über bevorrechtigte Zufahrten erfolgt die Radverkehrsführung mit geeigneten Überquerungsanlagen.

### ***Einmündungen/Kreuzungen mit LSA***

Sie sind an Anschlussknoten von Erschließungsstraßen an Hauptverkehrsstraßen und an Kreuzungen von Hauptverkehrsstraßen anwendbar.

Die erforderliche Anzahl und Länge der Aufstellstreifen für Kfz-Verkehr wird mittels vorhandener Verkehrsbelastungen berechnet.

Die Länge der in der Knotenpunktausfahrt weitergeführten Fahrstreifen ist ebenfalls von der Verkehrsbelastung sowie der Freigabezeit abhängig. Die Mindestlänge beträgt 50,0m.

### ***Führung des Fußgängerverkehrs***

Es ist grundsätzlich an jedem Knotenpunktarm eine Fußgängerfurt, möglichst in der Linie der direkten Gehwegverbindungen anzulegen.

Bei Anordnung von Mittelinseln sollen die Furten mindestens 4,00m breit und die Inseln mindestens 2,50m (i.d.R. 3,00m) breit sein.

### ***Führung des Radverkehrs***

Im Zuge von Radwegen oder Radfahrstreifen sind an LSA nicht abgesetzte Radfahrerfurten zu markieren. Sie sind in der Regel 2,00m breit, mindestens jedoch gleich breit wie angrenzende Radverkehrsanlagen.

Wird der Radverkehr auf der freien Strecke im Mischverkehr geführt, ist es sinnvoll im Knotenpunktbereich Schutzstreifen und eine aufgeweitete Fahrbahn anzuordnen.

## Kreisverkehre

Für Kreisverkehre gelten folgende Entwurfsgrundsätze:

- Die Knotenpunktzufahrten sollen möglichst senkrecht zur Kreisfahrbahn geführt werden.
- Die Umlenkung geradeausfahrender Fahrzeuge durch die Kreisinsel soll ausreichend groß sein.
- Die Ausfahrten des Kreisverkehrs müssen einstreifig sein.

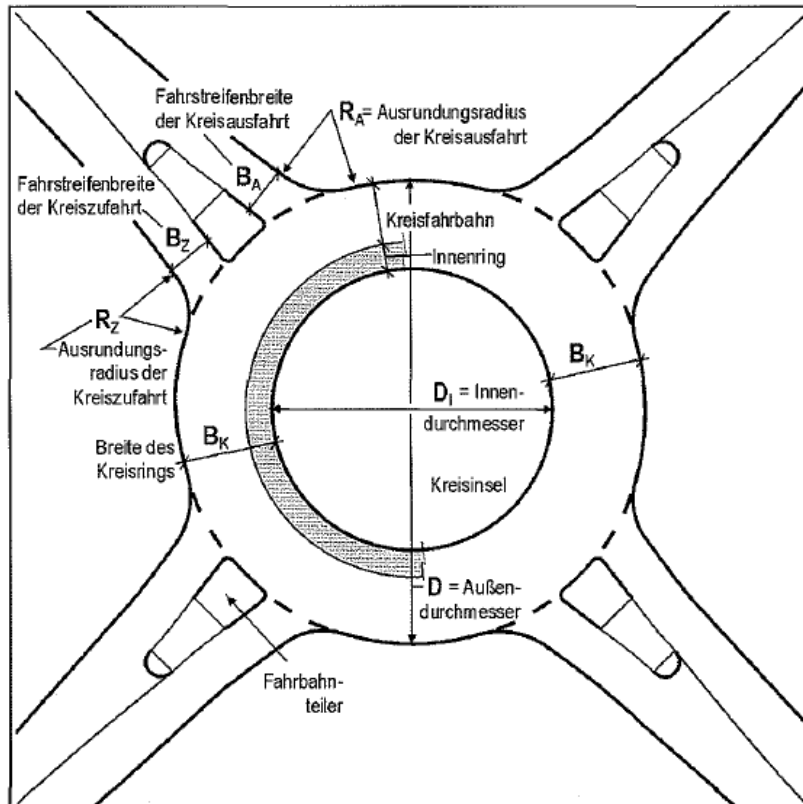


Abbildung 28 - Definition der Entwurfs Elemente und Maße eines Kreisverkehrs<sup>38</sup>

## Außendurchmesser

Der Außendurchmesser muss bei kleinen Kreisverkehren mindestens 26,0m und höchstens 40,0m betragen. Ist der Außendurchmesser kleiner als 26m, muss die Kreisinsel überfahrbar ausgeführt werden.

Minikreisverkehre sollen Außendurchmesser zwischen 13,0m und 22,0m besitzen.

Bei zweistreifigen Kreisverkehren muss der Außendurchmesser mindestens 40,0m betragen.

<sup>38</sup> (RASt 06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, S. 115)

### **Kreisring, Kreisfahrbahn, Innenring**

Die Kreisfahrbahn ist grundsätzlich kreisrund anzulegen. In Ausnahmefällen kann sie auch aus zwei Halbkreisen mit gleichem Radius bestehen, die durch Geraden (Länge  $\geq$  Radius der Halbkreise) miteinander verbunden sind. Die Fahrbahnbreite ist vom Außendurchmesser abhängig.

Das Verhältnis von Kreisfahrbahn zu Innenring soll ca. 3:1 betragen.

**Tabelle 6 - Abhängigkeit zwischen Außendurchmesser und Breite des Kreisrings<sup>39</sup>**

Element	Minikreisverkehr	Kleiner Kreisverkehr			
		26 m	30 m	35 m	$\geq 40$ m
Außendurchmesser D	13 m – 22 m				
Breite des Kreisrings $B_K$	4,00 m – 6,00 m <sup>*)</sup>	9,00 m	8,00 m	7,00 m	6,50 m

<sup>\*)</sup> Der kleinere Außendurchmesser erfordert die größere Breite des Kreisrings

### **Knotenpunktzu- und -ausfahrten**

Für Knotenpunktzu- und -ausfahrten gelten folgende Grundsätze:

- Der Kreismittelpunkt soll möglichst nah am Schnittpunkt der Achsen der Knotenpunktarme liegen.
- Knotenpunktausfahrten sollen in einem möglichst großen Winkel vom Kreisverkehr wegführen.
- Ausfahrten sind immer einstreifig auszuführen.

Die Fahrstreifenbreiten von Zufahrten sollen sowohl für kleine Kreisverkehre als auch Minikreisverkehre von 3,25m bis 3,75m betragen. Für Ausfahrten sollen die Werte zwischen 3,50m und 4,00m liegen.

Der Anschluss der Knotenpunktarme an die Kreisfahrbahn erfolgt in der Regel mit einfachen Kreisbögen.

**Tabelle 7 - Radien der Eckausrundungen<sup>40</sup>**

Eckausrundung	Minikreisverkehr	Kleiner Kreisverkehr
Zufahrt $R_Z$	8 m – 10 m	10 m – 14 m
Ausfahrt $R_A$	8 m – 10 m	12 m – 16 m

### **Rechtsabbieger außerhalb der Kreisfahrbahn (Bypass)**

Bypässe sind baulich (nicht nur durch Begrenzungslinie) von der Kreisfahrbahn zu trennen. Bei Führung von Fußgängern und Radfahrern über den Bypass sind die Warteflächen wie bei Fahrbahnteilern zu gestalten.

<sup>39</sup> (RASt 06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, S. 115)

<sup>40</sup> (RASt 06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, S. 116)

### ***Fahrbahnteiler***

Sind mit Ausnahme von Minikreisverkehren und verkehrlich stark untergeordneten Knotenpunktarmen immer anzuordnen, können jedoch auch dort sinnvoll sein.

Es gelten folgende geometrische Randbedingungen.

- Die Achse soll möglichst senkrecht zum Rand der Kreisfahrbahn verlaufen.
- Die minimale Breite  $b_{\min}$  beträgt 1,60m, für die Überquerung von Fußgängern 2,00m und für die Überquerung von Radfahrern 2,50m.
- Die Überquerungsstelle sollte mindestens 4,00m breit sein.
- Parallel zueinander liegende Ränder sind in bebautem Gebiet zweckmäßig, im Einmündungsbereich sollen sie jedoch dem Verlauf der Fahrbahnränder angepasst werden.

### ***Kreisinsel***

Die Ablenkung geradeausfahrender Fahrzeuge durch die Kreisinsel (ggf. auch durch den Innenring) sollte die zweifache Fahrstreifenbreite der Zufahrten nicht unterschreiten.

Bei Minikreisverkehren ist die Kreisinsel so zu gestalten, dass sie von Pkw nicht, von LKW und Bussen ohne Probleme langsam überfahren werden kann. Ihr Durchmesser sollte mindestens 4m betragen.

### ***Führung des Fußgängerverkehrs***

Fahrbahnteiler mit Überquerungsmöglichkeit sind innerhalb bebauter Gebiete in allen Knotenpunktarmen vorzusehen und sollen wie folgt angeordnet werden:

- Überquerungsstellen sollen nicht weiter als 4,00m-5,00m von der Kreisfahrbahn entfernt sein, bei davor liegender Radverkehrsführung 7,00-8,00m.
- Bei Platzmangel kann bei schwach belasteten Knotenpunktarmen auf Fahrbahnteiler verzichtet werden.

### ***Führung des Radverkehrs***

Der Radverkehr kann entweder auf der Kreisfahrbahn oder auf umlaufenden Radwegen geführt werden. Auf der Kreisfahrbahn dürfen weder Radfahrstreifen noch Schutzstreifen angelegt werden.

Bei Führung des Radverkehrs auf der Kreisfahrbahn sind folgende Regeln einzuhalten:

- Radfahrstreifen sollen ca. 20,0m vor der Kreisfahrbahn enden und als Schutzstreifen weitergeführt werden.
- Radfahrstreifen beginnen in der Knotenpunktausfahrt 10,0m hinter dem Fahrbahnteiler.
- Radwege werden in den Knotenpunktzufahrten auf die Fahrbahn geführt.
- Bei durchlaufenden Radwegen vor und nach dem Kreisverkehr ist zu prüfen ob der Gehweg zur Benützung durch die Radfahrer freigegeben werden kann.

Sollte ein Kreisverkehr zweistreifige Element aufweisen, darf der Radverkehr nicht auf der Fahrbahn geführt werden. Bei Minikreisverkehren wird der Radverkehr in der Regel immer auf der Fahrbahn geführt.

Bei Führung des Radverkehrs auf Radwegen sind folgende Regeln einzuhalten:

- Radwege sind im Abstand von etwa 4,00m vom Rand der Kreisfahrbahn bevorrechtigt über die Knotenpunktarme zu führen. Zulässig sind jedoch Werte von 2,00m bis 5,00m.
- Liegt neben dem Radweg ein bevorrechtigter Fußgängerüberweg, muss auch der Radweg Vorrang haben.
- Bei zweistreifigen Zufahrten muss der Radverkehr vorfahrtrechtlich nachgeordnet werden. Diese Kombination ist jedoch zu vermeiden.

Im Vorfeld bebauter Gebiete soll Zweirichtungsradverkehr vorfahrtrechtlich nachgeordnet werden. In diesem Fall sollen die Überquerungsstellen 5,00m von der Kreisfahrbahn abgesetzt werden und die Radwege über eine Länge von min 2,00m senkrecht zur Kfz-Fahrtrichtung an den Fahrbahnrand herangeführt werden.

### ***Sonstige Entwurfselemente für Knotenpunkte***

#### **Fahrbahnteiler**

können in unter- und übergeordneten Knotenpunktarmen angeordnet werden. Bei beengten Verhältnissen kann auf Fahrbahnteiler verzichtet werden, um die Befahrbarkeit (mithilfe von Schleppkurven) zu gewährleisten:

- Problemloses Befahren des Knotenpunktes durch das Bemessungsfahrzeug muss möglich sein.
- Gleichzeitiges Linksab- bzw. Linkseinbiegen muss möglich sein.

#### **Dreiecksinseln**

- Sollen in angebauten Gebieten wegen der Sicherheit des querenden nicht motorisierten Verkehrs nur begründet angewendet werden.
- Es sollen möglichst kleine Eckausrundungen verwendet werden.
- Die Kanten der Dreiecksinseln können bei geringer Länge gerade ausgebildet werden. Die Mindestlänge der Kanten beträgt 5,00m.
- Führen Furten über Dreiecksinseln, sollen die nebenliegenden Kanten eine Länge von 1,50m nicht unterschreiten.



**Befahrbarkeit**

Knotenpunkte müssen in allen Fahrtrichtungen vom größten zugelassenen Fahrzeug, sofern dieses nicht ausgeschlossen werden kann, zumindest langsam befahren werden können. Kreisverkehre sollen auch von Sonder- und Militärfahrzeugen befahren werden können.

Die geometrischen Verhältnisse sind mit den maßgebenden Schleppkurven zu überprüfen. Bei Kreisverkehren müssen dynamische Schleppkurvenprogramme eingesetzt werden.

Die Inanspruchnahme von mehreren Fahrstreifen ist in Abhängigkeit der entstehenden Behinderung, mit Ausnahme von ÖPNV-Fahrstreifen und Radfahrstreifen durch rechtsabbiegende Kfz, zulässig. In Knotenpunkten von sich kreuzenden Hauptverkehrsstraßen sollen Gegenfahrstreifen nicht mitbenutzt werden.

Bei Knotenpunkten von Erschließungsstraßen mit Hauptverkehrsstraßen kann die Gegenfahrbahn der untergeordneten Straße von Linienbussen und dreiachsigen Müllfahrzeugen genutzt werden. Für zweiachsige Müllfahrzeuge soll das nicht der Fall sein.

Warte- und Haltelinien müssen entsprechend zurückversetzt werden.

Eine Mitbenutzung von Gegenfahrstreifen durch Sonderfahrzeuge ist unbedenklich.

### Eckausrundungen

Eckausrundungen sollen durch das Bemessungsfahrzeug zügig befahren werden können.

Sie können als einfacher Kreisbogen (kürzere Tangentenlänge der Eckausrundung) oder dreiteilige Kreisbogenfolge (sind der Schleppkurve von Fahrzeugen besser angepasst) ausgeführt werden.

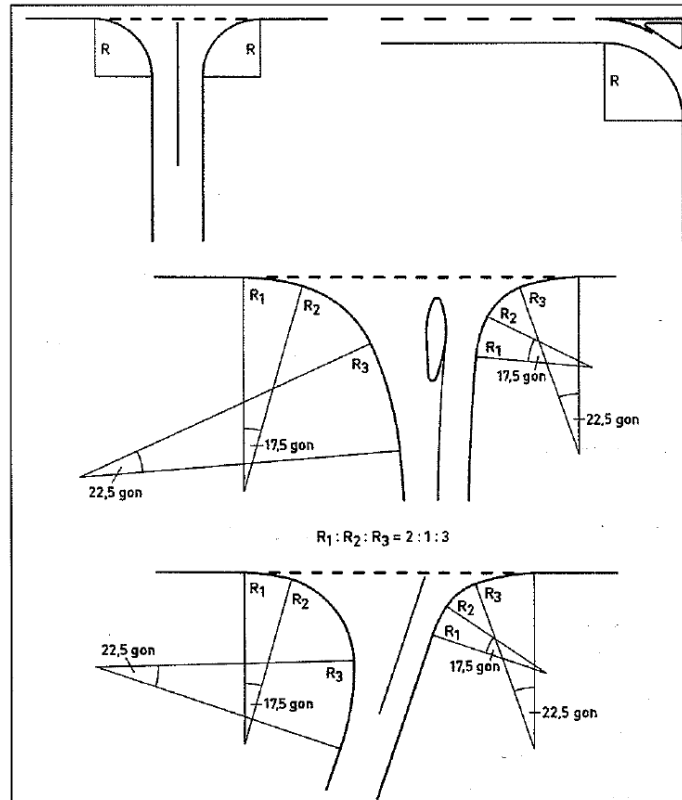


Abbildung 29 - Formen der Eckausrundung an Knotenpunkten und Gehwegüberfahrten<sup>41</sup>

Tabelle 8 - Hauptbogenradien für Eckausrundungen ohne Dreiecksinsel<sup>42</sup>

Richtungsänderungswinkel	Hauptbogenradius R für	
	Rechtseinbieger	Rechtsabbieger
80 gon	8,00 m	12,00 m
100 gon	8,00 m	12,00 m (15,00 m)*
120 gon	8,00 m	8,00 m

Zwischenwerte können eingeschaltet werden  
Kleinere Werte als  $R_2 = 7,00$  m dürfen nicht verwendet werden

\*  $R_2 = 15,00$  m nur, wenn Tropfen eingebaut wird

Tabelle 9 - Hauptbogenradien für Eckausrundungen neben Dreiecksinsel<sup>43</sup>

Richtungsänderungswinkel	Hauptbogenradius R
80 gon	20,00 m
100 gon	25,00 m
120 gon	25,00 m

Zwischenwerte können eingeschaltet werden  
Die Maße ergeben eine Mindestgröße für die Dreiecksinsel

<sup>41</sup> (RASt 06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, S. 123)

<sup>42</sup> (RASt 06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, S. 123)

<sup>43</sup> (RASt 06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, S. 123)

## 2.4 Schweizerische Richtlinien

### 2.4.1 SN 640262 – Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr)<sup>44</sup>

#### ***Geltungsbereich***

Diese Norm gilt für die Strassentypen Hauptverkehrs Verbindungs-, Sammel- und Erschliessungsstrassen. Sie findet sowohl innerorts als auch außerorts Anwendung.

#### ***Breiten der Fahrstreifen***

Grundsätzlich gilt, dass die Knotenzufahrt der Geschwindigkeitsanpassung und die Knotenausfahrt einem zügigen Abfließen dienen soll.

Die Teilelemente des Lichtraumprofils können sich grundsätzlich zu folgenden drei Formen zusammensetzen:

- geschlossene Einleitung durch Insel
- geschlossene Einleitung durch Sperrfläche
- offene Einleitung

Abhängig von dieser Zusammensetzung, den massgebenden Geschwindigkeiten im Knoten, der Längsneigung der Fahrfläche sowie möglichen Krümmungsradien der Straßenachse, werden Sicherheitszuschläge zur Verbreiterung der jeweiligen Fahrstreifen ermittelt.

#### ***Längen der Fahrstreifen***

##### **Verziehung der Fahrstreifenränder**

Abhängig von der Projektierungsgeschwindigkeit  $V_p$  und der Aufweitungsbreite  $d$  wird die Länge der Verziehung mittels folgender Formel berechnet:

$$L_v = V_p * \sqrt{(d'/3)} \text{ [m]}$$

Sie ist für alle Fahrstreifenränder eines Knotenastes gleich groß anzunehmen.

---

<sup>44</sup> (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute, 1999)

## Vorsortierstreifen

Vorsortierstreifen sind zusätzliche Fahrstreifen im Knotenbereich, die dem Abbiegen dienen und werden in folgende drei Bereiche aufgeteilt:

- Ausscherbereich  $L_D$
- Verzögerungsbereich  $L_R$
- Stau- bzw. Warteraum  $L_S$

Bei Linksabbiegestreifen kann zwischen geschlossener und offener Einleitung unterschieden werden, bei Rechtsabbiegestreifen zwischen solchen mit und ohne Haltezwang.

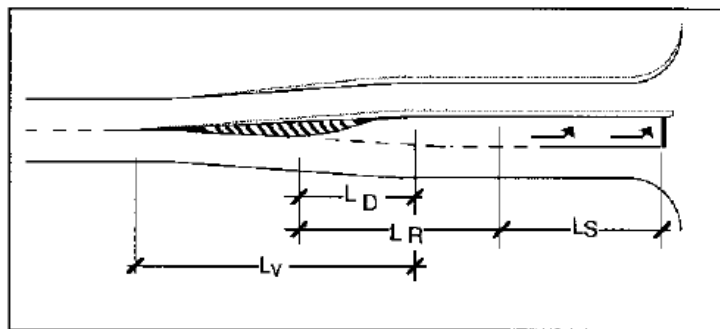


Abbildung 30 - Geschlossene Einleitung mittels Sperrfläche oder Insel (punktirt dargestellt)<sup>45</sup>

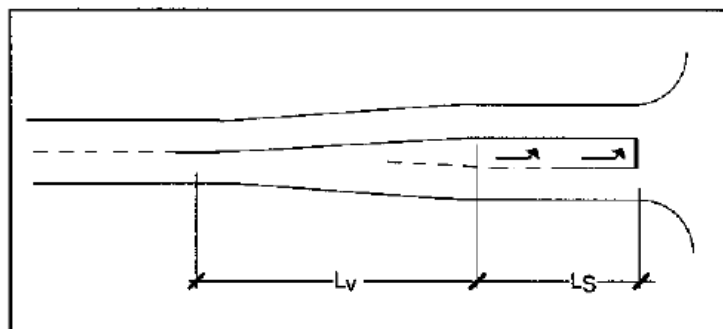


Abbildung 31 - Offene Einleitung<sup>46</sup>

## Ausscherbereich

Die Länge des Ausscherbereiches  $L_V$  beträgt außerhalb bebauter Gebiete generell 30,0m, kann jedoch auf 20,0m verkürzt werden. Innerorts ist eine Länge von 20,0m einzuhalten.

## Verzögerungsbereich

Der Verzögerungsbereich  $L_D$  beginnt an gleicher Stelle wie der Ausscherbereich und schließt konstruktiv an den Stauraum an. Seine Länge beträgt in Abhängigkeit Projektierungsgeschwindigkeit und Längsneigung zwischen 30,0m und 90,0m. Innerhalb besiedelter Gebiete sind grundsätzlich keine Verzögerungsbereiche anzuordnen.

<sup>45</sup> (SN 640 262 - Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr), S. 9)

<sup>46</sup> (SN 640 262 - Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr), S. 9)

## Stauraum

Die Länge des Stauraums  $L_S$  ist von den Verkehrsstärken vom jeweiligen Linksabbieger und dem Gegenverkehr abhängig. Bei Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen wird diese Länge zusätzlich durch die Signalzeiten beeinflusst. Ohne Lichtsignalanlage reicht in der Regel eine Stauraumlänge von 20,0m aus, welche bei beengten Platzverhältnissen auf die Aufstellfläche für zwei Personenwagen reduziert werden kann.

## Geometrie der Straßenränder und der Fahrstreifen

### Verbindung der Knotenäste

Die Ausrundung sollte in der Regel durch einen dreiteiligen Korbbogen mit einem empfohlenen Radienverhältnis von  $R_1 : R_2 : R_3 = (2 - 3) : 1 : (3 - 5)$  erfolgen. Für  $R_2$  werden folgende Werte empfohlen:

- Rechtseinbiegen: 8,00m – 10,0m
- Rechtsabbiegen: 10,0m – 12,0m

Die kleineren Werte für  $R_1$  und  $R_3$  sind bei größeren Werten von  $R_2$  anzuwenden.

Anstatt Korbbogen können auch Klothoiden oder Parabeln angewendet werden.

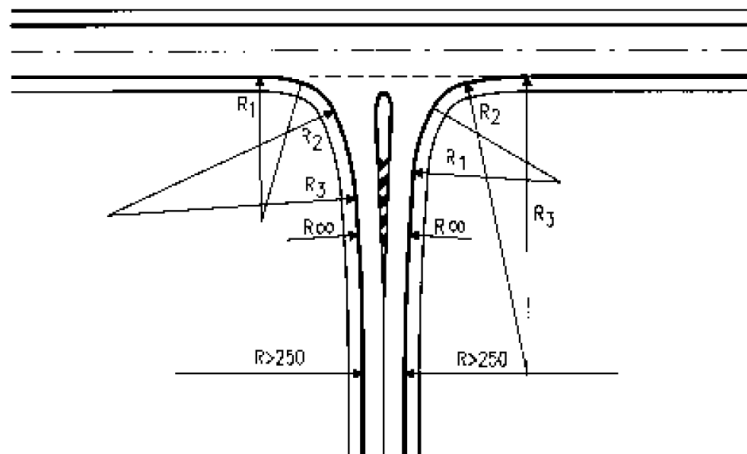


Abbildung 32 - Geometrie der Fahrbahnränder<sup>47</sup>

Bei Knoten von untergeordneten Straßen können einfache Kreisbogen mit Radien von mindestens 6,00m angewendet werden.

<sup>47</sup> (SN 640 262 - Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr), S. 12)

## Aufweitung und Verengung der Knotenäste

Die Verziehung der Fahrflächenränder erfolgt in Abhängigkeit der Länge  $L_V$  und der Breite  $d$  und wird in der nachfolgenden Abbildung veranschaulicht.

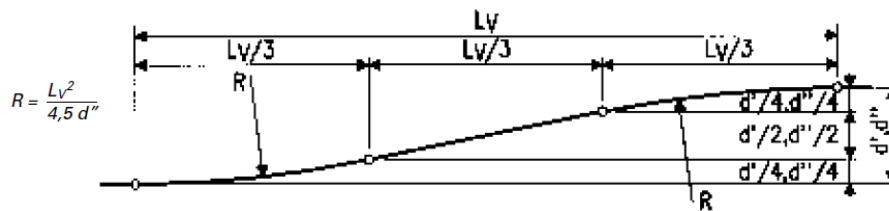


Abbildung 33 - Konstruktion bei der Verziehung<sup>48</sup>

Im Ausscherbereich der Vorsortierung ist der Fahrbahnrand gemäß folgender Abbildung zu konstruieren.

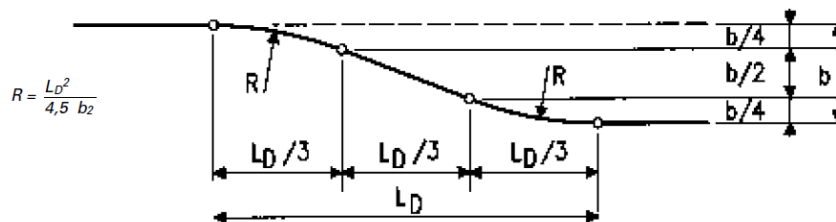


Abbildung 34 - Konstruktion bei der Vorsortierung, Rechtsabbiegestreifen<sup>49</sup>

Die Konstruktion der Vorsortierung bei geschlossener Einleitung erfolgt gemäß dem Abschnitt „Sperrflächen“.

## Inseln und Sperrflächen

### Inseltypen

Die Mindestgröße der Inseln beträgt aufgrund der optischen Führung und Sicherheit 5,00m<sup>2</sup>. Nach Form und Größe werden folgende drei Inseltypen unterschieden:

- Treninsel
- Leitinsel
- Schutzinsel

<sup>48</sup> (SN 640 262 - Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr), S. 13)

<sup>49</sup> (SN 640 262 - Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr), S. 14)

## Trenninsel

Trenninseln werden vor allem in Vorrangstraßen eingesetzt, um die Verkehrsströme zu trennen und wartende Linksabbieger zu schützen. Der Mittelstreifen auf einer Straße mit baulicher Richtungstrennung geht vor einem Knoten in eine Trenninsel über.

Sie hat in Abhängigkeit von Standort und Zweck der Benützung eine Mindestbreite von 1,20m bis 2,50m aufzuweisen. Die Mindestlänge beträgt ca. 30m auf Straßen innerhalb besiedelter Gebiete und 50m auf Straßen außerhalb besiedelter Gebiete. Fußgängerstreifen sind bei Knoten ohne Lichtsignalanlage um 5,00m und bei Knoten mit Lichtsignalanlage um 2,00m zurückzusetzen.

Die Form einer Trenninsel ergibt sich aus den Rändern der anliegenden Fahrstreifen und deren Verziehung.

## Leitinsel

Leitinseln können eine tropfenförmige oder dreiecksförmige Gestalt aufweisen. Sie werden in ersterem Fall zur Kanalisierung der Einbiegeströme oder zur Verziehung der durchgehenden Fahrstreifen eingesetzt. Als dreiecksförmige Inseln dienen sie der Trennung des rechtsabbiegenden Verkehrsstromes vom geradeaus fahrenden.

Die minimale Kantenlänge einer Leitinsel beträgt 3,00m. Die Mindestbreite der Leitinsel ist identisch mit der Breite der Trenninsel.

Die geometrische Form einer Leitinsel wird mittels einer Konstruktion erreicht, welche, wie auch jene der deutschen Richtlinien, durch genau definierte Schritte erreicht wird. Dies gilt sowohl für tropfenförmige als auch für dreiecksförmige Leitinseln.

## Schutzinsel

Schutzinseln werden grundsätzlich angeordnet um wartende Fußgänger und linksabbiegende Zweiradfahrer zu schützen. Sie haben eine Mindestlänge von 4,50m und eine Mindestbreite identisch der Trenninsel aufzuweisen.

## Geometrie der Sperrflächen

Die Konstruktion einer Sperrfläche zur Einleitung eines Linksabbiegestreifens ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen und entspricht auch der Konstruktion einer Insel zur Einleitung eines Linksabbiegestreifens.

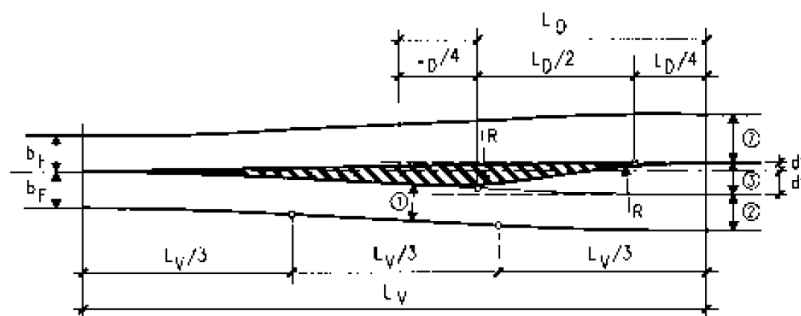


Abbildung 35 - Ausbildung der Sperrfläche zur Einleitung eines Linksabbiegestreifens<sup>50</sup>

<sup>50</sup> (SN 640 262 - Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr), S. 21)

## 2.4.2 SN 640263 – Knoten mit Kreisverkehr<sup>51</sup>

### ***Geltungsbereich***

Diese Norm findet Anwendung bei Kreiseln mit einstreifiger Verkehrsführung, ohne Verflechtungen und mit nicht überfahrbarer Mittelinsel. Bei mehrstreifiger Verkehrsführung ist diese Norm sinngemäß anzuwenden.

### ***Begriffe***

#### **Kleinkreisel**

Kleinkreisel weisen nicht überfahrbare Mittelinseln auf und besitzen Außendurchmesser von 26,0m bis 40,0m.

#### **Minikreisel**

Minikreisel weisen teilweise oder ganz überfahrbare Mittelinseln auf und ihre Außendurchmesser betragen ca. 14,0m bis 26,0m.

#### **Einfahrtsbereich**

Als Einfahrtsbereich wird der Abschnitt eines Kreiselarms zwischen dem Beginn der Leitinsel beziehungsweise der Sperrfläche und dem zugehörigen Sektor der Kreiselfahrbahn definiert.

#### **Kreiselfahrbahn/Mittelinsel**

Die Kreiselfahrbahn wird als die um die Mittelinsel angelegte, in der Regel kreisförmige Verkehrsfläche inklusive allfälligem Innenring definiert.

#### **Ausfahrtsbereich**

Als Ausfahrtsbereich wird der Abschnitt eines Kreiselarms zwischen dem zugehörigen Sektor des Kreiselfahrbahnrandes und dem Ende der Leitinsel beziehungsweise der Sperrfläche definiert.

---

<sup>51</sup> (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute, 1999)



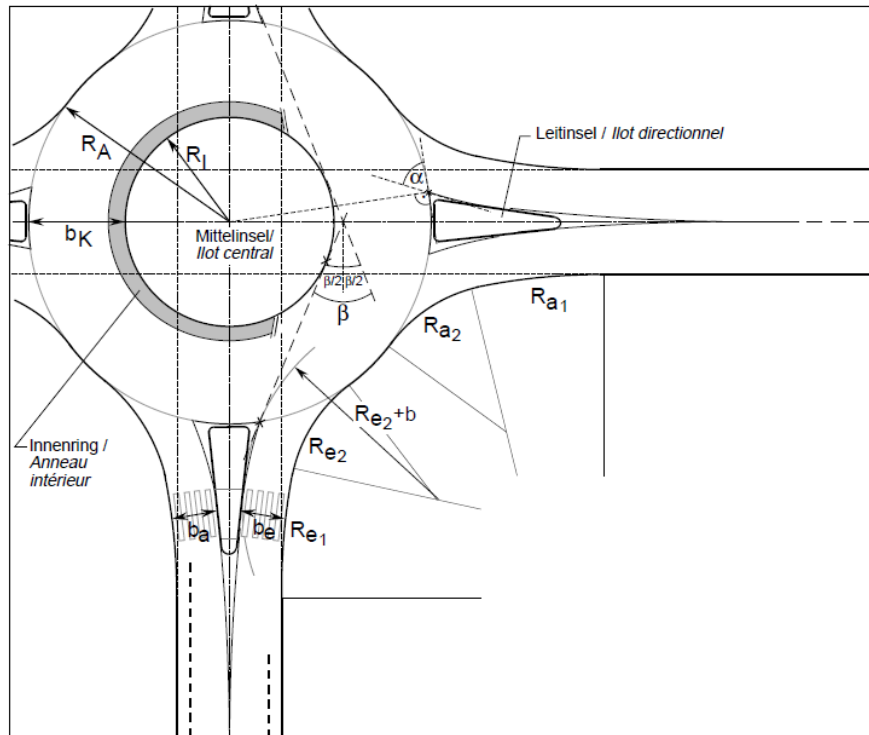


Abbildung 36 - wichtige Projektierungselemente eines Kreisels<sup>52</sup>

### **Einfahrtsbereich**

#### **Breite des Fahrstreifens im Einfahrtsbereich**

Die Fahrstreifenbreite im Einfahrtsbereich soll bei einspuriger Fahrbahn 3,00m – 3,50m betragen und bei zweispuriger Fahrbahn 6,00m nicht überschreiten. Sie wird auf Höhe des Fußgängerüberganges beziehungsweise ca. 7,00m vom Kreiselfrand gemessen.

#### **Einfahrtswinkel**

Der Anschluss zwischen Einfahrt und Kreisfahrbahn erfolgt mit einem zweiteiligen Korbbogen. Dabei soll der innere Radius innerorts ca. 10,0m und außerhalb besiedelter Gebiete ca. 12,0m aufweisen, der einleitende Radius ca. den 5-fachen Betrag.

#### **Einfahrtswinkel**

Der Einfahrtswinkel tritt zwischen der Einfahrtsrichtung und der Kreisfahrbahn auf und soll zwischen 80,0gon und 90,0gon betragen. Außerdem sollen die Fahrzeuglenker möglichst direkt auf die Mittelinsel zugeführt werden. Sind Einfahrtswinkel von weniger als 70,0gon notwendig, so muss durch die Mittelinsel eine deutliche Ablenkung von  $\beta > \text{ca. } 45,0\text{gon}$  erreicht werden.

#### **Leitinsel**

Die Form der ergibt sich aus den Ein- und Ausfahrtsradien sowie den Fahrstreifenbreiten. Am Kreiselfrand soll eine Breite von 3,00m nicht unterschritten werden. Die Sperrfläche zur Einleitung der Leitinsel soll ungefähr der ein- bis zweifachen Länge der Leitinsel entsprechen.

<sup>52</sup> (SN 640 263 - Knoten mit Kreisverkehr, S. 3)

## Kreiselfahrbahn

### Außendurchmesser

Vom Außendurchmesser sind die Breite der Kreisfahrbahn und der Radius der Mittelinsel abhängig, wodurch sich die Ablenkung bei einer Geradeausfahrt ergibt. Die Mindestgröße des Außendurchmessers wird begrenzt durch die Anzahl der Kreisarme und die Befahrbarkeit mit schweren Motorwagen.

Deshalb werden innerhalb bebauter Gebiete Außendurchmesser von 26,0m bis 35,0m und außerhalb von 30,0m bis 40,0m empfohlen.

### Breite der Kreiselfahrbahn

In folgender Abbildung ist die Mindestbreite der Kreisfahrbahn in Abhängigkeit vom Außendurchmesser des Kreisverkehrs dargestellt. Sie ergibt sich aus der Befahrbarkeit mit einem Lastwagen mit Anhänger.

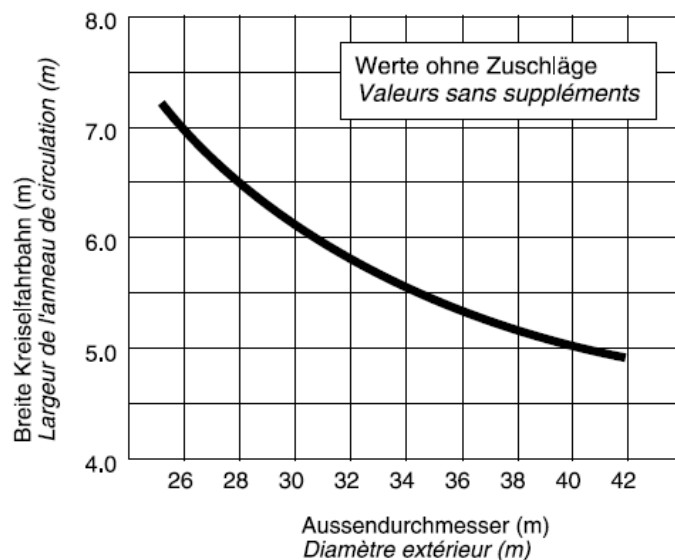


Abbildung 37 - Mindestbreite der Kreiselfahrbahn (inkl. Innenring)<sup>53</sup>

Wird eine Fahrbahnbreite von 5,50m überschritten, ist die darüber hinaus gehende Breite am Innenrand der Fahrbahn durch eine Pflasterung vom Rest der Fahrbahn zu trennen.

## Ausfahrtsbereich

### Breite des Fahrstreifens im Ausfahrtsbereich

Die Fahrstreifenbreite im Ausfahrtsbereich soll bei Straßen ohne Randstreifen 3,50m – 4,50m betragen und bei Straßen mit anschließendem Randstreifen 4,00m – 4,50m betragen. Sie wird auf Höhe des Fußgängerüberganges beziehungsweise ca. 7,00m vom Kreisrand gemessen. Zweistreifige Ausfahrten sind zu vermeiden.

<sup>53</sup> (SN 640 263 - Knoten mit Kreisverkehr, S. 9)

**Ausfahrtsradius**

Auch die Ausfahrt sollte mittels eines zweiteiligen Korbbogens an die Kreisfahrbahn angeschlossen werden. Dabei soll der innere Radius innerorts ca. 12,0m und außerhalb besiedelter Gebiete ca. 14,0m aufweisen und der ausleitende Radius viermal so groß gewählt werden.

***Minikreisel***

Es können folgende zwei Arten von Minikreisen unterschieden werden:

Minikreisel mit teilweise überfahrbarer Mittelinsel sollen einen Außendurchmesser von 18,0m – 26,0m aufweisen.

Bei Minikreisen mit überfahrbarer Mittelinsel darf beim Außendurchmesser ein Mindestmaß von 14,0m nicht unterschritten werden.

Der Winkel zwischen zwei Knotenarmen muss mindestens 30,0gon betragen.

Die Kreisfahrbahn soll inklusive eines allfälligen Innenrings 7,00m bis 8,00m breit sein.

Einfahrten, Ausfahrten und Leitinseln werden wie bei Kleinkreisen ausgebildet.

## 2.5 Vergleich der länderspezifischen Richtlinien

Der folgende Abschnitt behandelt die Differenzen zwischen den österreichischen, deutschen und schweizerischen Richtlinien zur Erstellung plangleicher Knotenpunkte. Im Zuge dessen werden, in Bezug auf die einzelnen in den RVS enthaltenen Entwurfselemente, vorhandene Abweichungen bei den geometrischen Vorgaben der Richtlinien der beiden anderen Länder erläutert.

In Österreich und der Schweiz sind jeweils separate Richtlinien für drei- und vierarmige Knotenpunkte sowie Kreisverkehre vorhanden, die Gültigkeit für Stadt- und Landstraßen besitzen. Im Gegensatz dazu gibt es in Deutschland für Stadt- und Landstraßen getrennte Richtlinien. Diese beschränken sich nicht ausschließlich auf Knotenpunkte, sondern behandeln alle Aspekte der Anlage von Straßen.

### 2.5.1 Drei- und vierarmige Knotenpunkte

#### ***Österreich***

Innerhalb der österreichischen Richtlinie (RVS 03.05.12) sind die meisten Angaben, welche die Erstellung von Knotenpunktelementen betreffen, in der Form von Grenzwerten für einzelne Abmessungen dieser gegeben. Daraus ergibt sich, dass die Formgebung der Entwurfselemente keinem klaren Schema unterliegt und somit innerhalb der Grenzwerte frei gewählt werden kann. Die Zusammensetzung der Entwurfselemente, die ein Knotenpunkt beinhaltet, ist zwar vom Leistungsfähigkeitsnachweis abhängig, kann theoretisch aber beliebig gewählt werden. Eine Ausnahme bietet lediglich die Dreiecksinsel, die in Kombination mit einem Rechtsein- oder -abbiegestreifen immer anzuordnen ist.

Grundsätzlich gilt für Knotenpunkte, die nach RVS konstruiert werden, dass die Befahrbarkeit durch das maßgebende Bemessungsfahrzeug für alle Fahrrelationen gegeben sein muss.

#### ***Deutschland***

Allgemein kann gesagt werden, dass sich die deutschen Richtlinien (RAL, RAS<sub>t</sub>) von den österreichischen durch genauere Angaben und weniger Spielraum bei der Konstruktion unterscheiden. Das bedeutet, es werden zumeist exakte Längen- und Breitenangaben für die einzelnen Entwurfselemente gemacht. Auch die Zusammensetzung der Entwurfselemente, welche zur Konstruktion eines Knotenpunktes verwendet werden, ist in Abhängigkeit der Entwurfsklassen der aufeinandertreffenden Straßen genau vordefiniert.

Die Konstruktion von Fahrbahnteilern (kleiner und großer Tropfen, Dreiecksinsel) und den Eckausrundungen der Fahrflächenränder hat nach Schritt für Schritt beschriebenen Vorgehensweisen zu erfolgen. Diese sind im Anhang RAL enthalten.

Die Befahrbarkeit der Fahrrelationen eines Knotenpunktes ist auch hier sicherzustellen.



## **2.5.2 Kreisverkehre**

Hinsichtlich der Konstruktion von Kreisverkehren bestehen zwischen den österreichischen, deutschen und schweizerischen Richtlinien nur geringfügige Unterschiede. Vor allem werden in allen drei Ländern verschiedene Abmessungen der Entwurfselemente vorgegeben, die sich jedoch von den geometrischen Bezügen her ähnlich sind.

Eine Ausnahme bildet der Fahrbahnteiler zwischen Kreisverkehrsein- und Ausfahrten, der in den deutschen Richtlinien einem exakten Konstruktionsschema unterliegt. In der RVS 03.05.14 und der SN 640263 werden lediglich Randbedingungen im Sinne von Mindestabmessungen vorgegeben.

Der zweite große Unterschied betrifft lediglich die SN 640263, die keinen Bypass für Kreisverkehre vorsieht.

### 3 Klassifikation plangleicher Knotenpunkte und deren Elemente

Um einen besseren Überblick über alle Arten von plangleichen Knotenpunkten und deren Entwurfselementen zu bekommen, sind diese in folgendem Abschnitt klassifiziert. Auf diese Klassifikation aufbauend, wird in weiterer Folge die Zusammensetzung und Konstruktion von Musterknoten durchgeführt.

#### 3.1 Allgemeine Hinweise zur Klassifikation der Entwurfselemente

Knotenpunkte können grundsätzlich in plangleiche, planfreie und gemischte Knoten unterteilt werden. Da diese Arbeit ausschließlich plangleiche Knotenpunkte behandelt, werden im folgenden Abschnitt deren verschiedene Typen unterschieden und eine hierarchische Einteilung ihrer Elemente vorgenommen. Die Grundlage dafür wird von den RVS 03.05.11, RVS 03.05.12 sowie RVS 03.05.14 gebildet. Darin werden die drei Grundtypen Kreuzung, T-Kreuzung und Kreisverkehr unterschieden, wobei sich Kreuzungen und T-Kreuzungen grundsätzlich aus den gleichen Entwurfselementen zusammensetzen können. Laut RVS 03.05.12 gibt es hierbei keine Unterscheidung zwischen lichtsignal- und vorfahrtgeregelten Knotenpunkten. Zur Konstruktion von Kreisverkehren gibt es einen eigenen Katalog von Entwurfselementen. Dabei können grundsätzlich keine Entwurfselemente verwendet werden, die für Kreuzungen und T-Kreuzungen zur Verfügung stehen. Auch umgekehrt, kommen bei drei- und vierarmigen Knotenpunkten keine Entwurfselemente vor, die zum Entwurf von Kreisverkehren verwendet werden. Eine Ausnahme davon bildet lediglich der Bypass, der einen Rechtsabbiege- sowie einen Rechtseinbigestreifen besitzen kann.

#### 3.2 Tabellarische Klassifikation

In den nachfolgenden Tabellen wurden plangleiche Knotenpunkte in erster Instanz nach ihren beiden Grundtypen in drei- und vierarmige Knotenpunkte sowie Kreisverkehre eingeteilt. Für die Untergliederung dieser beiden Typen wurden jeweils die folgenden drei Kategorien herangezogen:

##### **Entwurfselemente**

Die Grundbausteine, die der Planung eines Knotenpunktes dienen werden als Entwurfselemente bezeichnet. Sie können, je nach Erfordernis, in unterschiedlichen Kombinationen verwendet werden. Es gibt Entwurfselemente, die Konstruktion eines Knotenpunktes zwingend notwendig sind, solche die optional eingesetzt werden können und solche die nur in Kombination mit anderen erlaubt sind.

##### **Teilelemente**

Bestimmte Entwurfselemente sind durch mehrere Abschnitte definiert, die hier als Teilelemente kategorisiert werden. Dabei gilt, dass zur richtlinienkonformen Erstellung eines Entwurfselements alle, diesem zugeordneten, Teilelemente vorhanden sein müssen.

##### **Parameter**

Sie beschreiben die Abmessungen, Formgebung und/oder Position, über welche ein Teilelement definiert wird. Parameter können entweder mit exakten Werten, mit Grenzwerten oder durch Beziehungen zwischen Teilelementen oder Entwurfselementen definiert sein. Es gibt auch Entwurfselemente, die nicht aus mehreren Teilelementen bestehen und deshalb direkt durch Parameter definiert werden.

Tabelle 10 - Klassifikation von drei- und vierarmigen Knotenpunkten – Teil 1

		Entwurfselement	Teilelement	Parameter
dreiarmsige und vierarmige Knotenpunkte	durchgehende Fahrstreifen			Breite Fahrflächenverbreiterung
	Linksabbiegestreifen	Fahrschleife	Fahrschleife	Verziehung Länge Ausrundungsradius Fahrflächenränder
		Verzögerungsstrecke	Verzögerungsstrecke	Breite Länge
		Aufstellstrecke	Aufstellstrecke	Breite Länge
	Rechtsabbiegestreifen	Fahrschleife	Fahrschleife	Länge Verziehung
		Verzögerungsstrecke	Verzögerungsstrecke	Länge Breite
		Aufstellstrecke	Aufstellstrecke	Länge Breite
	Linkseinbiegestreifen nur in Sonderfällen			
	Rechtseinbiegestreifen nur in Kombination mit Dreiecksinsel	Einfahrtsstrecke	Einfahrtsstrecke	Länge Breite
		Manöverstrecke	Manöverstrecke	Länge Breite
		Verziehungsstrecke	Verziehungsstrecke	Verziehung
	Fahrbahnteiler allgemein	Bereich von Verkehrszeichen	Bereich von Verkehrszeichen	Breite
		Spitzen	Spitzen	Radius
	Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße	beidseitige Begrenzung des Fahrstreifens durch Bordstein		Breite Fahrstreifen
		maximale Breite Fahrbahnteiler		Breite
		Gesamtlänge Fahrbahnteiler		Länge
		abgerundetes vorderes Ende		Abstand Fahrflächenrand durchgehende Straße
Ränder des Fahrbahnteilers			entsprechend Schlepplängen	
Fahrschleife von Ein- und Ausfahrten			Breite	



Tabelle 11 - Klassifikation von drei- und vierarmigen Knotenpunkten – Teil 2

		Entwurfselement	Teilelement	Parameter
dreiarmsige und vierarmige Knotenpunkte	Fahrbahnteiler übergeordnet nur bei Höchstgeschwindigkeit bis 80 km/h zulässig			
	Fahrbahnteiler als Einleitung eines Linksabbiegestreifens			Abstand zur Haltelinie Länge Breite Ausrundungsradien
	Fahrbahnteiler gegenüber eines Linksabbiegestreifens	verbleibende Fahrstreifen		Länge Breite (zwischen äußerem Fahrflächenrand und Bord- stein des Fahrbahnteilers)
	Dreiecksinseln nur in Verbindung mit Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße	Fahrstreifen		Breite
		angrenzender Randstreifen		Breite
		Randstreifen der über- geordneten Fahrbahn im Bereich der Dreiecksinsel		Breite
		Spitzen		Radius
	Fahrflächenränder	Insel		Mindestfläche
		Außenränder im Knotenbereich		Mindestwendekreis
		Bogeninnenränder		Mindestwendekreis Eckausrundung

Tabelle 12 - Klassifikation von Kreisverkehren

		Entwurfselement	Teilelement	Parameter
Kreisverkehre	Kreisverkehr allgemein			Außendurchmesser Länge des Außenbogens zwischen Achsen aufeinander folgender Kreisverkehrsarme
	Einfahrten Überprüfung der Radien mittels Schleppkurven	Bereich Fahrbahnteiler	Einfahrtsbreite	
		Übergang zur Kreisfahrbahn	Radius	
	Ausfahrten Überprüfung der Radien mittels Schleppkurven	Bereich Fahrbahnteiler	Ausfahrtsbreite	
		Übergang zur Kreisfahrbahn	Radius	
	Kreisfahrbahn		Breite	
		befestigte Fläche außerhalb der Kreisfahrbahn	Breite	
	Mittelinsel		Durchmesser	
	Fahrbahnteiler		Breite an der Kreisfahrbahn Breite an der abgerundeten Spitze	
			Abstand des Fahrbahnteilers zum Außenrand der Kreisfahrbahn	
		Querungsstellen für Fußgänger und Radfahrer	Breite im Bereich von Querungsstellen Abstand vom Außenrand der Kreisfahrbahn	
	Bypass mit oder ohne Rechtsabbiegestreifen möglich		Fahrbahnbreite	
		Rechtsabbiegestreifen	Verzögerungsstrecke Fahrstreifenwechselstrecke	
Rechtseinbiegestreifen		Einfahrts- und Manöverstrecke Verziehung		
Fahrbahnteiler		Abstand Bypass zur Kreisfahrbahn Abstand Spitze zur Kreisfahrbahn (Einfahrt und Ausfahrt)		
		Querungsstellen - Fahrbahnteiler baulich getrennt	Breite	

## 4 Modellierung von Musterknoten nach RVS

### 4.1 Vorgehensweise und Übersicht

Basierend auf der vorangegangenen Klassifikation von plangleichen Knotenpunkten in ihre verschiedenen Arten und deren Entwurfselemente, wurden im folgenden Abschnitt Musterknoten entworfen. Diese Musterknoten sollten alle verfügbaren Entwurfselemente enthalten und aus verschiedenen Kombinationen dieser zusammengesetzt sein. Es ergaben sich fünf verschiedene dreiarmige, drei vierarmige Knoten, sowie zwei Kreisverkehre. Die Anzahl der dreiarmigen Musterknoten ergab sich dadurch, dass alle für diese Knotenpunktart vorhandenen Entwurfselemente zur Anwendung kamen. Für vierarmige Knotenpunkte stehen die gleichen Entwurfselemente zur Verfügung wie für dreiarmige. Bei symmetrischer Anordnung der Elemente in gegenüberliegenden Knotenpunktzufahrten ergibt sich bei der Konstruktion nur durch die Sperrfläche in der übergeordneten Fahrbahn ein Unterschied zwischen drei- und vierarmigen Knotenpunkten. Das heißt, die gegenüberliegenden Knotenpunktarme sind identisch zu konstruieren und müssen lediglich um 180° gedreht werden. Deshalb wurden zwei vorfahrtgeregelter und ein VLSA-geregelter vierarmige Knotenpunkt mit asymmetrischer Anordnung der Entwurfselemente entworfen. Kreisverkehre sollen, abgesehen von Bypässen, immer alle verfügbaren Entwurfselemente enthalten. Deshalb wurden als Musterknoten zwei Kreisverkehre mit verschiedenen Abmessungen entworfen, wobei der größere mit zwei Bypässen ausgestattet wurde. Alle für den Entwurf der Musterknoten verwendeten Werte und Parameter wurden im Rahmen der laut RVS 03.05.11, RVS 03.05.12 sowie RVS 03.05.14 vorgegebenen Grenzen gewählt. Die Randstreifen zur Begrenzung der Fahrbahn wurden bei allen Musterknoten mit einer Breite von 0,50m erstellt und nicht variiert, da sie für die Konstruktion mit VESTRA nicht relevant sind. Außerdem wurden der Vollständigkeit halber Wartelinien in den untergeordneten Knotenpunktzufahrten, unmittelbar am durchgehenden Fahrstreifen der übergeordneten Fahrbahn, eingezeichnet. Diese haben auf die restliche Geometrie der Knotenpunkte keinen Einfluss und sind auch in den verwendeten RVS nicht geometrisch definiert. Die folgenden Entwürfe sind fiktive Knoten und müssen nicht unbedingt mit den gewählten Kombinationen der Entwurfselemente in der Realität vorkommen. Besonders im innerstädtischen Bereich müssen Knotenpunkte oft sehr individuell an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden und können daher sehr komplex sein. Die Musterknoten wurden als idealisierte Knotenpunkte auf ebenem Gelände im Freiland mit uneingeschränkten Platzangebot entworfen.

Die nachfolgend dargestellten Skizzen der Knotenpunkte sind nicht maßstäblich und dienen zur Veranschaulichung der Entwurfselemente, die zur Zusammensetzung der Musterknoten verwendet wurden. Zusätzlich zu den Entwurfselementen, welche zur geometrischen Gestaltung der Fahrflächen verwendet wurden, sind die Achsen der jeweils aufeinander treffenden Straße, in Rot gehalten als strich-punktierte Linien dargestellt. Außerdem wurden die Fahrbahn begleitende und kreuzende Radwege in Grün dargestellt.

Eine Maßstäbliche Darstellung aller Musterknoten im Maßstab 1:100 findet sich im Anhang der Arbeit.

## 4.2 3-armige Musterknoten

Jeder dieser Musterknoten besteht aus einer durchgehenden übergeordneten, sowie einer untergeordneten Straße, welche in die übergeordnete einmündet.

Im Anhang der RVS 03.05.12 sind beispielhaft fünf mögliche Ausbildungsformen plangleicher Knotenpunkte dargestellt. Die dabei verwendeten Kombinationen der Entwurfselemente wurden als Grundlage für die Konstruktion der dreiarmligen Musterknoten herangezogen.

Dabei wurde mit dem einfachsten möglichen Knotenpunkt, der nur die notwendigsten Entwurfselemente aufweist, begonnen. Danach wurde dieser Knoten immer weiter entwickelt, indem Elemente eingefügt oder auch wieder entfernt wurden, sodass jedes verfügbare Entwurfselement zumindest in einem der Musterknoten vorkommt.

### 4.2.1 MK 1 – Knotenpunkt ohne zusätzliche Entwurfselemente

Bei Musterknoten 1 wird eine untergeordnete Straße mit einer Fahrstreifenbreite von 3,00m an eine Straße mit einer Fahrstreifenbreite von 3,50m angeschlossen. Dieser Knotenpunkt stellt den einfachsten Fall einer Straßeneinmündung dar und besteht deshalb lediglich aus den Ausrundungen der Fahrflächenränder, die auf Ein- und Abbiegerseite als Korbbogen mit der Radienfolge 24,0m : 12,0m : 36,0m (in Fahrtrichtung betrachtet) konstruiert wurden.

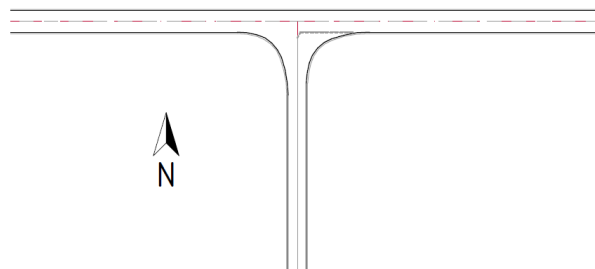


Abbildung 39 - Musterknoten 1

#### 4.2.2 MK 2 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen

In diesem Knotenpunkt treffen sich zwei Straßen mit einer identischen Fahrstreifenbreite von 3,50m. Die Fahrflächenränder wurden ebenfalls mit einer dreiteiligen Kreisbogenfolge mit 24,0m : 12,0m : 36,0m ausgerundet.

Zusätzlich zu „Musterknoten 1“ wurde auf der übergeordneten Fahrbahn ein Linksabbiegestreifen mit einer Gesamtlänge von 140m, aufgeteilt in 80,0m Fahrstreifenwechselstrecke, 40,0m Verzögerungsstrecke und 20,0m Aufstellstrecke, angeordnet. Seine Breite beträgt, wie die Breite der durchgehenden Fahrstreifen, 3,50m. Die Wartelinie wurde in einem Abstand von 8,0m vom Schnittpunkt der beiden Straßenachsen platziert.

Die Fahrbahn­ränder wurden mit einem Radius von 500m ausgerundet, woraus sich eine symmetrische Verziehung von ca. 1:38 ergibt. Diese liegt somit über dem anzustrebenden Wert von 1:40 jedoch klar unter dem Grenzwert von 1:20. (laut RVS 03.05.12)

Die Sperrfläche auf der Hauptfahrbahn gegenüber dem Linksabbiegestreifen wurde ebenfalls im Abstand von 8,0m vom Schnittpunkt der Straßenachsen angeordnet. Die Gegenverziehung endet an jener Stelle, an der die Kreisbogenfolge des Fahrflächenrandes beginnt und wurde, wie die Fahrstreifenwechselstrecke, mit einer Länge von 80,0m gewählt.

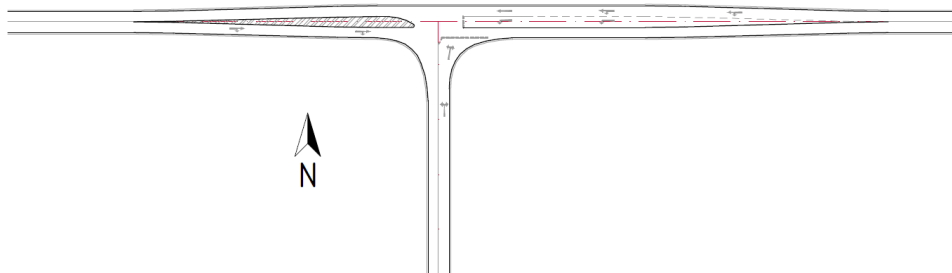


Abbildung 40 - Musterknoten 2

### 4.2.3 MK 3 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn

Die Fahrstreifenbreiten der einmündenden Straße sind identisch mit jenen der übergeordneten Straße und betragen 3,50m.

Die Ausrundungen der Fahrflächenränder bestehen aus dreiteiligen Korbbögen mit einem Radienverhältnis von 24,0m : 12,0m : 36,0m.

Es wurde ein 3,50m breiter Linksabbiegestreifen mit einer Aufstellstrecke von 20,0m und einer Verzögerungsstrecke von 40,0m Länge angeordnet. Die Länge der Fahrstreifenwechselstrecke ergibt sich aus der symmetrischen Verziehung der Fahrflächenränder im Verhältnis 1:40 und Ausrundungsradien von 500m und beträgt 82,5m. Die Wartelinie des Linksabbiegestreifens befindet sich 10,0m vom Schnittpunkt der beiden Straßenachsen entfernt.

Die Sperrfläche im Bereich der Gegenverziehung beginnt ebenfalls in einer Entfernung von 10,0m vom Schnittpunkt der Straßenachsen. Das Ende der Gegenverziehung, die im Verhältnis 1:40 ausgeführt wurde, befindet sich wiederum am Beginn der Kreisbogenfolge des Fahrflächenrandes.

In der untergeordneten Straße wurde ein Fahrbahnteiler, mit einem Abstand von 2,00m zum Rand des durchgehenden Fahrstreifens der übergeordneten Straße, angeordnet. Die Länge des Fahrbahnteilers beträgt 24,4m und die Breite 2,90m. Damit ist das laut RVS 03.05.12 vorgeschriebene Verhältnis von  $L : B \geq 6 : 1$  eingehalten. Die Spitzen wurden jeweils mit einem Radius von 0,50m ausgerundet.

Die an den Fahrbahnteiler angrenzenden Fahrstreifen besitzen eine Breite von 4,50m und erreichen diese Verbreiterung durch eine Aufweitung im Verhältnis 1:20, wodurch auch die Form des Fahrbahnteilers bestimmt wird.

Des Weiteren führt entlang beider Straßen ein Fahrradweg mit einer Breite von 2,00m, der die untergeordnete Straße im Abstand von 6,00m von der übergeordneten Straße quert.

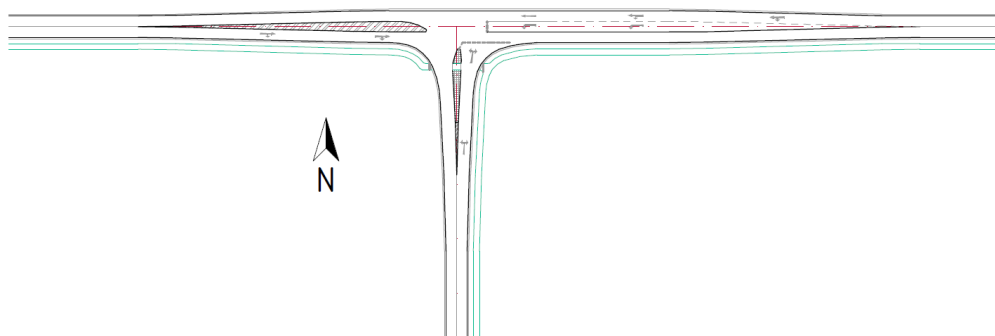


Abbildung 41 - Musterknoten 3

#### **4.2.4 MK 4 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten und übergeordneten Fahrbahn, Rechtseinbiegestreifen**

Die Fahrstreifenbreiten beider Straßen betragen 3,50m, wobei die durchgehenden Fahrstreifen der übergeordneten Straße im Knotenpunktbereich eine Fahrflächenverbreiterung auf jeweils 4,00m erfahren.

Auf der übergeordneten Fahrbahn wurde ein Linksabbiegestreifen angeordnet, dessen Wartelinie 10,0m von der Achse der untergeordneten Straße entfernt liegt. Die Länge der Aufstellstrecke beträgt 20,0m, jene der Verzögerungsstrecke 42,0m. Aus der Verziehung der Fahrflächenränder im Verhältnis von 1:40 und Ausrundungsradien von 500m ergibt sich die Länge der Fahrstreifenwechselstrecke mit 82,5m.

Die Fahrstreifenwechselstrecke wird von einem Fahrbahnteiler eingeleitet. Die vordere Spitze darf laut RVS 03.05.12 nicht in die Aufstell- oder Verzögerungsstrecke ragen und wurde in 12,6m Entfernung vom Beginn dieser platziert. Das ist jene Stelle, an der die Verziehung von 1:40 erreicht wird und der Kreisbogen in eine Gerade übergeht. Der Fahrbahnteiler wurde in einem Abstand von 0,20m parallel zu den durchgehenden Fahrstreifen konstruiert. Seine Spitzen sind mit Radien von 0,50m ausgerundet und die Abschrägung zum Linksabbiegestreifen hin ist im Verhältnis 1:10 gegenüber der Straßenachse geneigt. Daraus ergeben sich eine Länge von 36,1m und eine maximale Breite von 2,50m. Außerdem muss sich das ungünstigste Bemessungsfahrzeug am Linksabbiegestreifen aufstellen können, ohne in den durchgehenden Fahrstreifen zu ragen. Auch dieses Kriterium ist, mit einem Abstand von der Wartelinie bis zur Spitze des Fahrbahnteilers von 74,6m, erfüllt.

Gegenüber dem Linksabbiegestreifen befindet sich ebenfalls ein Fahrbahnteiler. Dieser wurde 12,0m entfernt von der untergeordneten Achse platziert und mit einem Radius von 15,0m abgerundet. Er verläuft parallel zur Verziehung und wurde an den Spitzen mit 0,50m ausgerundet, wodurch sich eine Länge von 63,0m ergibt. Seine Breite beträgt 3,10m, um 0,20m Abstand von den durchgehenden Fahrstreifen zu halten. Im Anschluss daran folgt eine Sperrfläche, die ebenfalls parallel zur Verziehung verläuft.

Die untergeordnete Straße ist auf der Seite der Rechtsabbieger mit einem Korbbogen mit den Radien 30,0m : 15,0m : 45,0m an die übergeordnete angeschlossen. Der Fahrstreifen der Einbieger wurde mit einem Kreisbogen mit 30,0m Radius und einem Rechtseinbiegestreifen, getrennt durch eine Dreiecksinsel ,angeschlossen.

Der Rechtseinbiegestreifen hat eine Breite von 3,50m und besteht aus einer 20,0m langen Einfahrtsstrecke, einer 120m langen Manöverstrecke und einer Verziehungsstrecke, die im Verhältnis 1:20 verzogen wurde. Im Bereich der Dreiecksinsel beträgt die Fahrstreifenbreite 5,50m. Die Fahrflächenränder wurden wiederum mit Radien von 500m ausgerundet.

Des Weiteren wurde in der untergeordneten Straße ein Fahrbahnteiler mit einer Länge von 24,4m und einer maximalen Breite von 2,90m angeordnet. Seine Abmessungen ergeben sich aus der Aufweitung der untergeordneten Straße im Kreuzungsbereich im Verhältnis 1:20. Die angrenzenden Fahrstreifen werden im Bereich vor dem Fahrbahnteiler auf eine Breite von 4,50m aufgeweitet.

Die Dreiecksinsel wird von Randstreifen umgeben, die zur übergeordneten Fahrbahn hin 1,00m und an den beiden anderen Seiten 0,50m breit sind. Der Begrenzungspunkt des Randstreifens der Dreiecksinsel an der übergeordneten Straße, ist der Schnittpunkt einer Parallelen im Abstand von 5,50m zum Fahrbahnteiler mit dem Rand des durchgehenden Fahrstreifens der übergeordneten Fahrbahn. Die Spitzen der Dreiecksinsel sind mit einem Radius von 0,80m ausgerundet. Die Fläche der Dreiecksinsel beträgt 39,2m<sup>2</sup> und liegt über der Mindestfläche von 7,00m<sup>2</sup>.

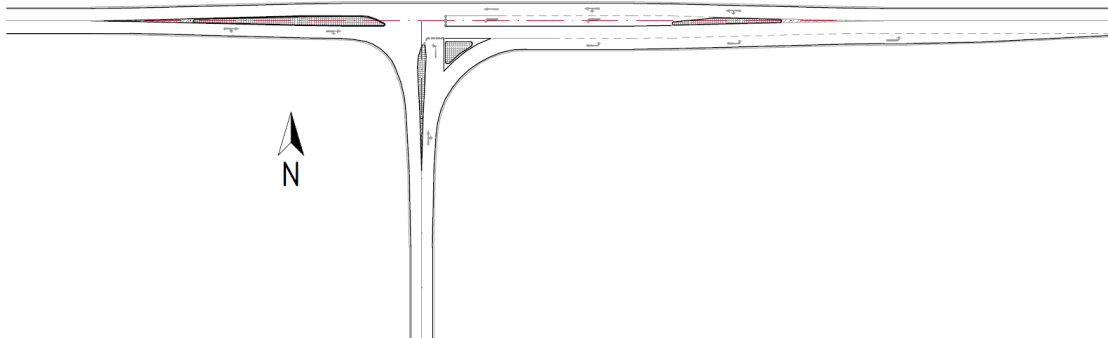


Abbildung 42 - Musterknoten 4

#### 4.2.5 MK 5 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn, Rechtsabbiegestreifen

Bei Musterknoten 5 wurde im Gegensatz zu Musterknoten 4 ein Rechtsabbiegestreifen anstatt eines Rechtsabbiegestreifens angeordnet.

Die Fahrstreifenbreiten von untergeordneter und übergeordneter Straße betragen jeweils 3,50m. Da sich kein Fahrbahnteiler in der übergeordneten Straße befindet, konnte auf eine Fahrflächenverbreiterung verzichtet werden.

Die Wartelinie des Linksabbiegestreifens ist 8,00m von der Achse der untergeordneten Straße entfernt. Der Abbiegestreifen selbst besteht ebenfalls wieder aus einer Aufstellstrecke mit einer Länge von 25,0m, einer Verzögerungstrecke von 50,0m und einer Fahrstreifenwechselstrecke mit einer beidseitigen Verziehung im Verhältnis 1:40.

Gegenüber dem Linksabbiegestreifen befindet sich eine Sperrfläche, die parallel zum Verlauf der Verziehung liegt und 7,00m von der Achse der untergeordneten Straße entfernt ist.

Der Anschluss der untergeordneten Straße erfolgt auf der Seite des Rechtsabbiegestreifens mit einem Kreisbogen mit einem Radius von 25,0m und auf der Seite der Spur für einbiegende Fahrzeuge mittels eines dreiteiligen Korbbogens mit den Radien von 28,0m : 14,0m : 42,0m.

Der Rechtsabbiegestreifen beginnt mit der minimal zulässigen Verziehung mit dem Verhältnis 1:20 und Ausrundungsradien der Fahrflächenränder von 500m. An jener Stelle, an der die volle Breite von 3,50m erreicht wird, beginnt die Verzögerungstrecke mit einer Länge von 20,0m und reicht bis zum



Beginn der Ausrundung des Fahrbahnrandes. Um die Befahrbarkeit zu gewährleisten, erreicht der Fahrstreifen in der eine Breite von 5,50m. Da an der Einfahrt zur untergeordneten Straße kein Halten aufgrund von Fußgängern notwendig ist, konnte auf eine Aufstellstrecke verzichtet werden.

In der untergeordneten Straße befindet sich auch ein Fahrbahnteiler, dessen Form von der Aufweitung der Fahrfläche im Verhältnis 1:20, sowie den Ausrundungsradien an Ein- und Abbiegerseite von 14,0m bzw. 12,0m bestimmt wird. Seine Länge beträgt 24,4m, die maximale Breite 2,90m und die Entfernung vom Rand des durchgehenden Fahrstreifens der übergeordneten Fahrbahn beträgt 2,00m. Die Spitzen sind mit einem Radius von 0,50m ausgerundet. Die Fahrstreifen der untergeordneten Straße werden im Bereich des Fahrbahnteilers von 3,50m auf 4,50m aufgeweitet.

Die Dreiecksinsel hinter welcher der Rechtsabbiegestreifen in die untergeordnete Straße eingeleitet wird, ist von einem Randstreifen mit 1,00m Breite zu übergeordneten Straße hin und mit 0,50m Breite an den beiden anderen Seiten umgeben. Die Flanke, die den Fahrstreifen für Linksabbieger begrenzt, ist um den Winkel von 20,0gon gegenüber der Achse der untergeordneten Straße geneigt. Die Spitzen der Dreiecksinsel sind mit einem Radius von 0,50m ausgerundet. Ihre Fläche beträgt 18,0m<sup>2</sup> und liegt somit über der Mindestwert von 7,00m<sup>2</sup>.

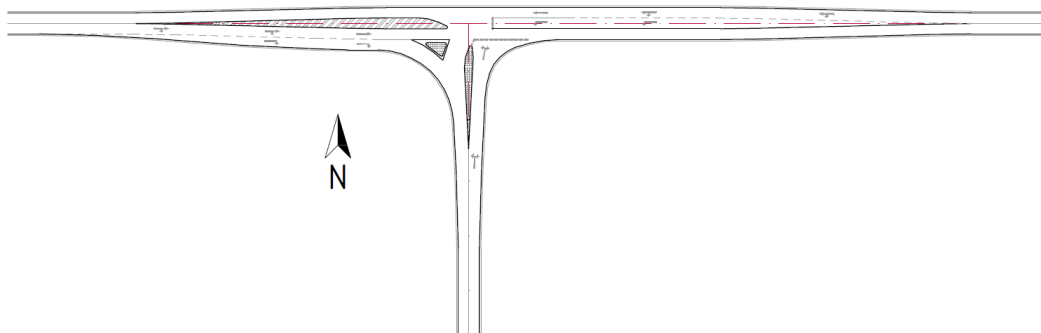


Abbildung 43 - Musterknoten 5

### **4.3 4-armige Musterknoten**

Die folgenden drei Knotenpunkte bestehen jeweils aus zwei sich kreuzenden Straßen, die unterschiedliche Verkehrsbedeutungen haben. Es wurden Überlegungen angestellt, welche Verkehrsbelastungen theoretisch auftreten könnten um die Knoten asymmetrisch zu gestalten. Es wurde also angenommen, dass die Verkehrsströme der einzelnen Abbiegerelationen verschiedene Verkehrsstärken aufweisen. Diese Überlegungen sind jedoch rein theoretischer Natur und wurden nicht mit konkreten Werten für Verkehrsstärken hinterlegt. Dadurch kann die Notwendigkeit einer unterschiedlichen Gestaltung der einzelnen Knotenpunktarme gerechtfertigt werden. Der Grund dafür besteht darin, dass die untergeordneten Arme von vierarmigen Knotenpunkten exakt gleich zu konstruieren sind wie jene der dreiarmigen und bei symmetrischen Knoten lediglich um 180° gedreht werden müssen. Der einzige Unterschied besteht darin, dass es auf der übergeordneten Fahrbahn nur in eine Fahrtrichtung Abbiegestreifen und Einbiegestreifen geben kann und dadurch bei dreiarmigen Knotenpunkten eine Sperrfläche an Stelle des zweiten Linksabbiegestreifens angeordnet wird.

Im Gegensatz zu den dreiarmigen Musterknoten, wurden bei den vierarmigen Musterknoten nicht nur einzelne Elemente verändert, hinzugefügt oder entfernt, sondern von Grund auf verschiedene Knotenpunkte entworfen.

#### **4.3.1 MK 6 – Knotenpunkt mit unterschiedlichen Verkehrsbelastungen der untergeordneten Knotenpunktarme**

In diesem Knotenpunkt kreuzen sich zwei Straßen mit unterschiedlichen Fahrstreifenbreiten von 3,50m auf übergeordneten und 3,00m auf der untergeordneten Straße. Die übergeordnete Straße verläuft von Westen nach Osten und die untergeordnete von Süden nach Norden. Es wurde die Annahme getroffen, dass der südliche Knotenpunktarm der untergeordneten Straße eine höhere Verkehrsbelastung aufweist als der nördliche. Aus diesem Grund wurde der südliche Arm mit Rechtsabbiege- und Rechtseinbiegestreifen, sowie Dreiecksinseln und einem größeren Fahrbahnteiler als der nördliche gestaltet.

Auf der übergeordneten Straße wurden in beide Richtungen Linksabbiegestreifen angeordnet, deren Wartelinien jeweils einen Abstand von 8,00m zum Schnittpunkt der Straßenachsen und eine Fahrstreifenbreite von 3,50m aufweisen. Im westlichen Knotenpunktarm wurde die Aufstellstrecke mit einer Länge von 20,0m und die Verzögerungsstrecke mit 42,0m gewählt. In der Gegenrichtung wurden Längen von 40,0m für Aufstellstrecke und 55,0m für Verzögerungsstrecke gewählt. Die Verziehung erfolgt auf beiden Seiten identisch in einem Verhältnis von 1:40 und mit Ausrundungsradien der Fahrflächenränder von 500m.

Am südlichen Knotenpunktarm wurden die Fahrflächenränder auf beiden Seiten mit einem Kreisbogen mit Radius 30,0m ausgerundet.

Der Rechtsabbiegestreifen besteht aus einer Verziehungsstrecke und einer Verzögerungsstrecke. Die Verziehung erfolgt im Verhältnis 1:20 und mit Ausrundungsradien der Fahrflächenränder von 500m. Die Verzögerungsstrecke hat eine Länge von 20,0m und eine Breite von 3,50m.

Der Rechtseinbiegestreifen besteht aus Einfahrtsstrecke, Manöverstrecke mit Längen von 20,0m und 150m, sowie einer Verziehung im Verhältnis 1:20. Seine Breite beträgt ebenfalls 3,50m.

Der Fahrbahnteiler in diesem Knotenpunktarm weist eine Länge von 18,7m und eine Breite von 2,90m auf. Er ist auf Abbieger- und Einbiegerseite mit Radien von 14,0m bzw. 12,0m ausgerundet. Die vordere Spitze ist 2,00m vom durchgehenden Fahrstreifen der übergeordneten Fahrbahn entfernt und mit einem Radius von 0,50m abgerundet, die hintere mit 0,80m. Die Fahrstreifen, welche an den Fahrbahnteiler angrenzen, besitzen eine Breite von 4,00m und werden im Verhältnis 1:20 parallel zum Fahrbahnteiler aufgeweitet.

Die beiden Dreiecksinseln sind exakt spiegelverkehrt. Sie sind von einem Randstreifen umgeben, der an der übergeordneten Straße eine Breite von 1,00m und an den beiden anderen angrenzenden Fahrstreifen eine Breite von 0,50m aufweist. Der Randstreifen verläuft im Bereich von Rechtsabbieger bzw. –einbieger in einem Abstand von 5,00m parallel zum Rand des Fahrstreifens. An der Seite zum Fahrbahnteiler hin ist er 8,00m von der Achse der untergeordneten Straße entfernt und gegenüber dieser um 10,00m geneigt. Die Spitzen der Dreiecksinseln sind mit einem Radius von 0,50m ausgerundet und die Fläche beträgt 32,5m<sup>2</sup>.

Am nördlichen Knotenpunktarm ist die untergeordnete Fahrbahn an beiden Seiten mit dreiteiligen Korbbögen mit einer Radienfolge von 24,0m : 12,0m : 36,0m ausgerundet.

Die Fahrstreifen weiten sich mit einer Neigung von 1:20 gegenüber der Straßenachse zu einer Breite von 4,50m im Bereich des Fahrbahnteilers auf. Der Fahrbahnteiler verläuft parallel dazu und liegt 2,00m vom durchgehenden Fahrstreifen der übergeordneten Fahrbahn entfernt. Er ist auf Abbieger- und Einbiegerseite mit Radien von 8,00m und 7,00m ausgerundet und hat eine Länge von 10,8m und eine Breite von 1,70m. Die vordere Spitze ist mit 0,50m Radius, die hintere mit 0,80m Radius ausgerundet.

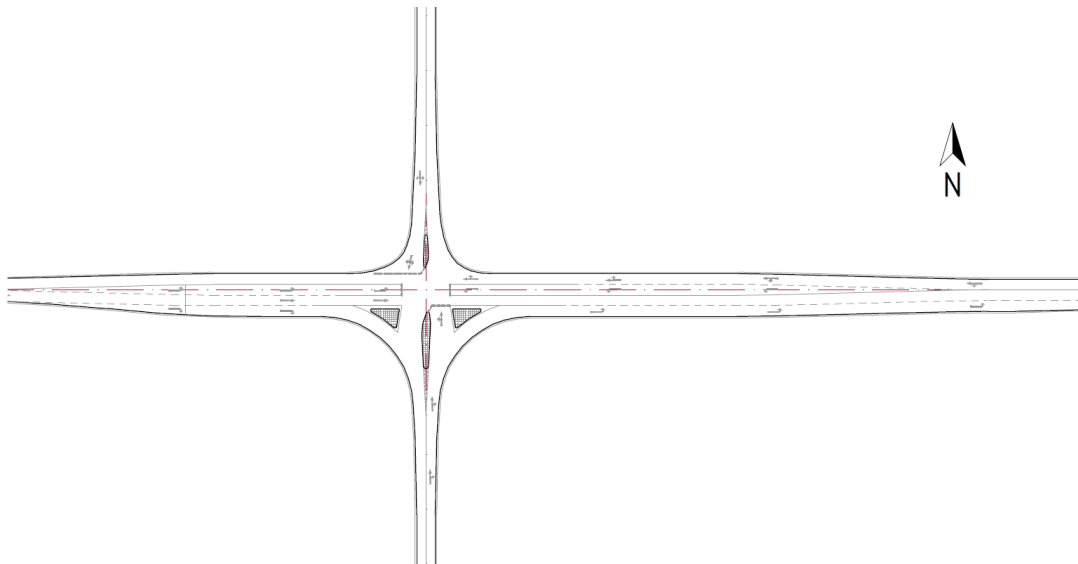


Abbildung 44 - Musterknoten 6

### 4.3.2 MK 7 – Knotenpunkt mit Linksabbiegeverbot in eine Fahrtrichtung

Musterknoten 7 besteht aus einer Kreuzung zweier Straßen mit gleichen Fahrstreifenbreiten von 3,50m. Auf der übergeordneten Fahrbahn besteht für Verkehrsteilnehmer, die aus Richtung Westen kommen ein Linksabbiegeverbot, wodurch nur ein Linksabbiegestreifen angeordnet werden muss. Zur Verdeutlichung des Abbiegeverbots wurde ein Fahrbahnteiler in der übergeordneten Fahrbahn platziert. Dadurch wird eine Fahrflächenverbreiterung notwendig, die mit 0,50m je Fahrstreifen gewählt wurde.

Der Linksabbiegestreifen für die aus Osten kommenden Fahrzeuge besteht aus einer Aufstellstrecke mit 20,0m Länge, einer Verzögerungsstrecke mit 40,0m Länge und einer Fahrstreifenwechselstrecke mit der Verziehung im Verhältnis 1:40, wobei auch hier die Fahrflächenränder mit einem Radius von 500m ausgerundet sind. Seine Breite beträgt 3,50m. Die Wartelinie befindet sich in einem Abstand von 7,00m von der Achse der untergeordneten Fahrbahn.

Innerhalb der Fahrstreifenwechselstrecke befindet sich ein Fahrbahnteiler zur Einleitung des Linksabbiegestreifens. Dieser verläuft parallel zur Verziehung in einem Abstand von 0,20m und wurde an den Spitzen mit 0,50m Radius abgerundet. Die Flanke an der Fahrstreifenwechselstrecke ist im Verhältnis 1:10 gegenüber der Straßenachse geneigt. Es ergibt sich daraus eine Länge von 36,1m und eine Breite 2,10m. Der Abstand bis zur Wartelinie beträgt 72,6m, womit ein Aufstellen des ungünstigsten Bemessungsfahrzeuges auf dem Linksabbiegestreifen, ohne in den durchgehenden Fahrstreifen hineinzuragen, möglich ist.

Der Fahrbahnteiler in der westlichen Zufahrt zum Knotenpunkt beginnt 9,00m entfernt vom Schnittpunkt der beiden Straßenachsen und verläuft parallel zu den durchgehenden Fahrstreifen in einem Abstand von 0,20m. Seine Spitzen sind ebenfalls mit 0,50m Radius ausgerundet, wodurch sich eine Gesamtlänge von 66,0m ergibt.

Die Fahrflächenränder im Bereich des Anschlusses der untergeordneten Straße sind wiederum mit dreiteiligen Korbbögen ausgerundet. Dabei wurden der südliche und der nördliche Knotenpunktarm spiegelverkehrt gestaltet. Das bedeutet, es befindet sich bei Beiden auf der Westseite eine Kreisbogenfolge mit Radien von 24,0m : 12,0m : 36,0m und an der Ostseite mit Radien von 28,0m : 14,0m : 42,0m.

Die Aufweitung der Fahrflächen und die Fahrbahnteiler sind jedoch bei beiden untergeordneten Knotenpunktarmen identisch.

Die Aufweitung wurde wieder im Verhältnis 1:20 und zu Fahrstreifenbreiten von 4,50m Breite durchgeführt. Die Fahrbahnteiler verlaufen parallel dazu und haben eine Länge von 24,4m und eine Breite von 2,90m. Die Spitzen sind mit Radien von 0,50m abgerundet, wobei sich die vordere Spitze in einem Abstand von 2,00m von der übergeordneten Fahrbahn befindet.

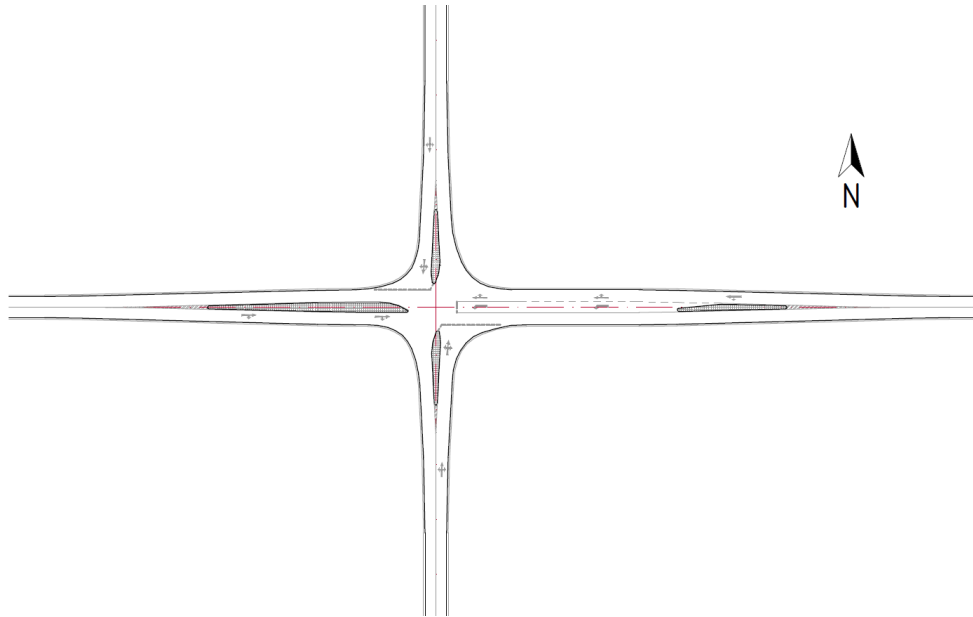


Abbildung 45 - Musterknoten 7

### 4.3.3 MK 8 – VLSA-geregelter Knotenpunkt

In diesem Lichtsignalgeregelten Knotenpunkt kreuzen sich zwei Straßen mit Fahrstreifenbreiten von 3,00m. Die übergeordnete Straße liegt hier in der Nord-Süd Achse und besitzt auch außerhalb des Knotenpunktes in beide Fahrtrichtungen zwei Fahrstreifen. Im Knotenpunktbereich wird die Fahrfläche symmetrisch verbreitert, sodass es einen Linksabbiegestreifen und zwei durchgehende Fahrstreifen, sowie zwei Fahrstreifen in Gegenrichtung gibt. Von Süden kommend, dient der rechte der beiden durchgehenden Fahrstreifen als Mischfahrstreifen für geradeaus Fahrende und für Rechtsabbieger. Aus Richtung Norden gibt es für Rechtsabbieger ein zusätzlicher Fahrstreifen, der durch eine Dreiecksinsel von der Hauptfahrbahn getrennt wird und mit einer Ausfahrnlücke beginnt. Über alle Knotenpunktarme und über den zusätzlichen Fahrstreifen, führt ein Fußgängerübergang.

Die Linksabbiegestreifen haben im Norden und Süden eine Aufstellstrecke von 20,0m Länge und eine Verzögerungstrecke von 35,0m Länge. Die Fahrstreifenwechselstrecke weist eine Verziehung im Verhältnis 1:40 auf und die Fahrbahn­ränder sind mit einem Radius von 500m ausgerundet. Die Haltelinien befindet sich für alle Fahrstreifen in einem Abstand von 13,5m vom Schnittpunkt der Straßenachsen entfernt. 0,50m davor wurden die Fußgängerübergänge mit einer Breite von 3,00m angeordnet.

Der zusätzliche Fahrstreifen für aus Norden kommende Rechtsabbieger wird mit einem inneren Kreisbogenradius von 40,5m und einer Breite von 4,50m hinter einer Dreiecksinsel geführt und mündet ohne Einbiegespur in die untergeordnete Fahrbahn. Auch dieser Fahrstreifen wird von einem 3,00m breiten Fußgängerübergang gequert.

Die restlichen drei Fahrflächenränder wurden mit gleichen dreiteiligen Korbbögen mit einem Radienverhältnis von 20,0m : 10,0m : 30,0m ausgeführt.

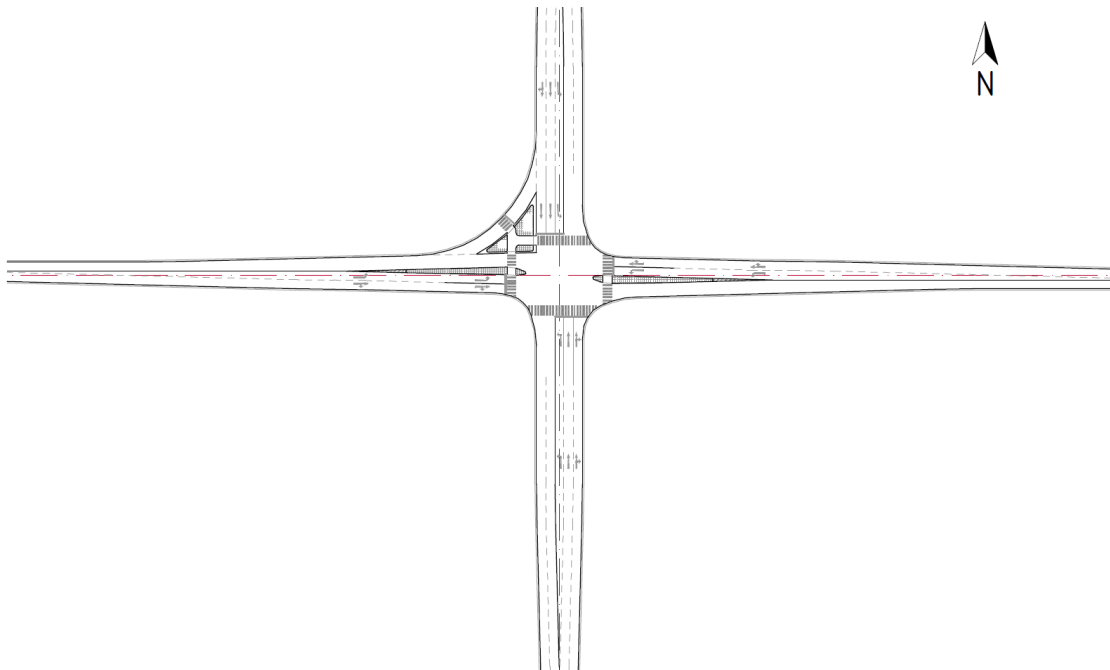
Die beiden untergeordneten Knotenpunktarme wurden identisch gestaltet. Sie werden wie auch die übergeordnete Fahrbahn im Verhältnis 1:40 aufgeweitet, um einen zusätzlichen Fahrstreifen für links einbiegende Fahrzeuge zu erhalten. Die volle Breite von 3,00m je Fahrstreifen in der Zufahrt zum

Knotenpunkt wird in einem Abstand von 60,0m von der Haltelinie erreicht. Die Haltelinie selbst befindet sich in einem Abstand von 17,8m zum Schnittpunkt der beiden Straßenachsen. 0,50m davor befindet sich wiederum ein Fußgängerübergang, der über den Fahrbahnteiler geführt wird.

Die vom Knotenpunkt wegführende Fahrbahnseite besteht nur aus einem Fahrstreifen, der vor dem Fahrbahnteiler auf 4,50m verbreitert wird.

Der Fahrbahnteiler hat eine Länge 39,6m und eine Breite von 2,70m und verlaufen an den Flanken parallel zum Fahrflächenrand. Sie sind an den Spitzen mit 0,50m Radius und am vorderen Ende mit jeweils 12,0m Radius auf beiden Seiten abgerundet. Der Abstand zum Rand der durchgehenden Fahrstreifen der übergeordneten Fahrbahn beträgt 3,50m.

Die Dreiecksinsel verläuft im Abstand eines Randstreifens parallel zu den angrenzenden Fahrstreifen und ist mit einem Fußweg ausgestattet, da drei Fußgängerübergänge an sie anschließen. Inklusive des Fußweges hat sie eine Fläche von 112m<sup>2</sup>. Der umlaufende Randstreifen hat an der übergeordneten Fahrbahn eine Breite von 1,00m, ansonsten 0,50m.



**Abbildung 46 - Musterknoten 8**

## 4.4 Musterkreisverkehre

Die letzten beiden Musterknoten werden jeweils aus zwei gleichrangigen Straßen gebildet, die durch einen Kreisverkehr miteinander verbunden sind. Auf Entwurfselemente, welche dem öffentlichen Verkehr dienen (Busbuchten, Busfahrstreifen), sowie für Sondertransporte (überfahrbare Mittelinsel) wurde verzichtet, da diese nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen. Ansonsten wurden auch hier wieder alle verfügbaren Entwurfselemente für diese Form plangleicher Knotenpunkte für die Konstruktion verwendet. Auf den Entwurf eines Minikreisverkehrs wurde verzichtet, weil dieser nur innerorts und bei beengten Platzverhältnissen Anwendung findet. Des Weiteren wurden keine mehrstreifigen Kreisverkehre berücksichtigt, weil diese aufgrund des hohen Konfliktpotentials generell vermieden werden sollen und sich abgesehen von einer größeren Breite der Kreisfahrbahn in der Konstruktion nicht von einspurigen Kreisverkehren unterscheiden.

### 4.4.1 MK 9 – kleiner Kreisverkehr, Durchmesser 26m

Dieser Musterknoten stellt die Standardform eines Kreisverkehrs dar und enthält zusätzlich zu den mindestens erforderlichen Entwurfselementen lediglich eine befestigte Verbreiterung der Kreisfahrbahn, um die Befahrbarkeit mit großen Fahrzeugen zu verbessern. Für die beiden sich kreuzenden Straßen wurde eine geringe Verkehrsbedeutung mit einem kleinen Schwerverkehrsanteil angenommen, wodurch der Kreisverkehr mit kleinen Abmessungen entworfen wurde.

Die Kreisfahrbahn wurde mit einem Durchmesser von 26,0m konstruiert und hat eine Breite von 9,00m.

Die Fahrstreifenbreiten der vier Knotenpunktarme betragen jeweils in beide Fahrtrichtungen 3,00m und werden vor dem Fahrbahnteiler für Ein- und Ausfahrten auf 4,00m verbreitert. Die Verziehung wurde im Verhältnis 1:20 durchgeführt.

Für die Fahrstreifenränder der Einfahrten wurde ein Radius von 12,0m und für jene der Ausfahrten von 15,0m gewählt.

Die Fahrbahnteiler in der nördlichen und in der östlichen Fahrbahn sind an der Kreisfahrbahn 2,50m breit und verzüngen sich parallel zur Verziehung des Fahrflächenrandes im Verhältnis 1:20, bis die Mindestbreite von 1,50m erreicht ist. An dieser Stelle sind sie mit 0,75m Radius ausgerundet. Sie sind in einem Abstand von 0,25m zur Kreisfahrbahn platziert. Die Fahrbahnteiler in der südlichen und in der westlichen Fahrbahn weisen an der Kreisfahrbahn eine Breite von 2,00m auf, sind jedoch ansonsten identisch konstruiert wie die beiden anderen. Dadurch ergibt sich eine unterschiedliche Länge der Fahrbahnteiler.

Die befestigte Fläche zur Verbreiterung der Fahrbahn hat eine maximale Breite von 1,00m und verläuft an der Außenkante als Kreisbogen mit einem Radius von 24,5m.

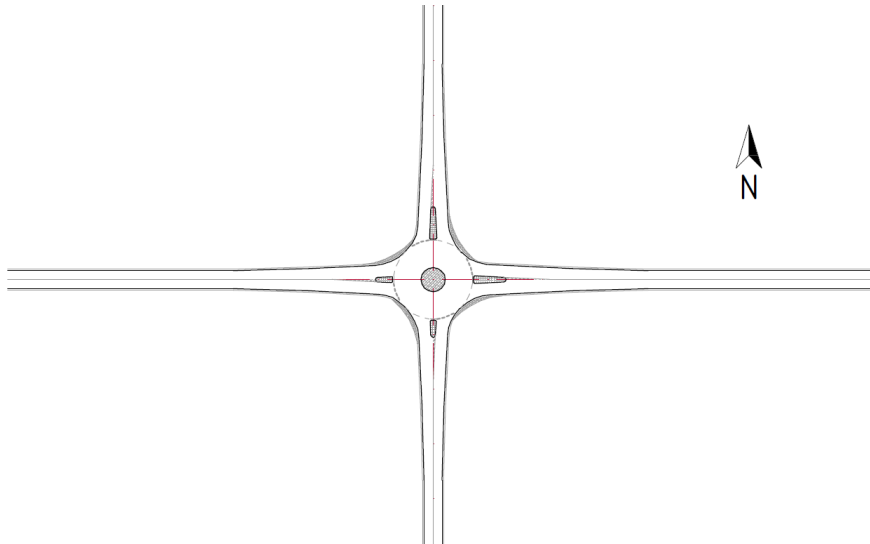


Abbildung 47 - Musterknoten 9

#### 4.4.2 MK 10 – Kreisverkehr mit Bypässen, Durchmesser 38m

Bei diesem Kreisverkehr wurde angenommen, dass der nördliche Arm eine geringere Verkehrsbelastung aufweist als die drei anderen. Aus diesem Grund wurden an dieser Fahrbahn Bypässe am südlichen Arm beidseitig Bypässe angeschlossen, die den Verkehrsfluss verbessern sollen. Außerdem führt entlang aller vier Knotenpunktarme ein 3,00m breiter Radweg, welcher die Fahrbahnen im Norden und Westen des Kreisverkehrs im Abstand von 6,00m zur Kreisfahrbahn, sowie den westlichen Bypass kreuzt. An diesen Querungen sind jedoch Radfahrer wartepflichtig.

Die Kreisfahrbahn hat einen Durchmesser von 36,0m und eine Breite von 6,50m.

Die Fahrstreifenbreiten aller Knotenpunktarme betragen auf freier Strecke 3,50m und weiten sich zu den Kreisverkehrseinfahrten und –ausfahrten hin zu einer Breite von 4,50m auf. Am nördlichen Arm wurde die Verziehung mit dem Verhältnis 1:20 durchgeführt, an den anderen dreien mit 1:40. Die Fahrstreifenränder von Einfahrten und Ausfahrten wurden im Norden mit 12,0m bzw. 16,0m und im Süden, Westen und Osten mit 14,0m bzw. 20,0m ausgerundet.

Der Fahrbahnteiler in der nördlichen Fahrbahn beginnt in einer Entfernung von 0,25m von der Kreisfahrbahn und weist an dieser Stelle eine Breite von 3,50m auf. Er verläuft mit einer beidseitigen Verziehung von 1:20 und am hinteren Ende mit einem Radius von 0,75m abgerundet. Seine Gesamtlänge beträgt 20,0m und wird 6,25m von der Kreisfahrbahn entfernt durch eine 3,00m breite Aufstellfläche für Radfahrer unterbrochen. Die restlichen drei Fahrbahnteiler sind ebenfalls 0,25m entfernt von der Kreisfahrbahn platziert, haben an dieser Stelle jedoch eine Breite von 3,00m aufzuweisen. Sie verjüngen sich parallel zur Verziehung im Verhältnis 1:40 und enden mit einer Abrundung mit Radius 2,00m. Dadurch ergibt sich ebenfalls eine Länge von 20,0m. Auch am westlichen Knotenpunktarm ist der Fahrbahnteiler durch eine Aufstellfläche für Radfahrer mit einer Breite von 3,00m im Abstand von 6,25m von der Kreisfahrbahn unterbrochen.

Der westliche Bypass beginnt in Fahrtrichtung mit einer Ausfahrlücke, ist mit einem Innenradius von 60,0m ausgerundet und hat eine Fahrstreifenbreite von 5,00m. Er mündet mit einem Rechtseinbiegestreifen in die Hauptfahrbahn des südlichen Knotenpunktarmes. Dieser ist 3,50m



breit, und besteht aus Einfahrts- und Manöverstrecke mit einer Länge von 82,5m und einer Verziehung von 1:20. Aus der Geometrie des Bypass ergibt sich, dass der Fahrbahnteiler (Grünfläche) zur Trennung des Bypass von der Kreisverkehrsein- und -ausfahrt 21,9m vor der Kreisfahrbahn beginnt und 27,8m nach dieser endet. Der geringste Abstand zwischen Kreisfahrbahn und Bypass beträgt 11,1m.

Der östliche Bypass wird mit einem Rechtsabbiegestreifen eingeleitet, der aus einer Verziehung von 1:20 und einer Verzögerungsstrecke mit 20,0m Länge besteht. Darauf folgend beschreibt der Fahrstreifen mit einer Breite von 5,00m einen Kreisbogen mit Radius 50,0m und mündet wiederum mittels Rechtseinbiegestreifen in den östlichen Knotenpunktarm. Dieser hat eine Breite von 3,50m und eine Einfahrts- und Manöverstrecke mit 75,0m Länge, sowie Verziehung im Verhältnis 1:20. Der Fahrbahnteiler zur Trennung des Bypass von der Kreisverkehrsein- und -ausfahrt beginnt und endet 23,2m von der Kreisfahrbahn entfernt. Der geringste Abstand zwischen Kreisfahrbahn und Bypass beträgt 9,70m.

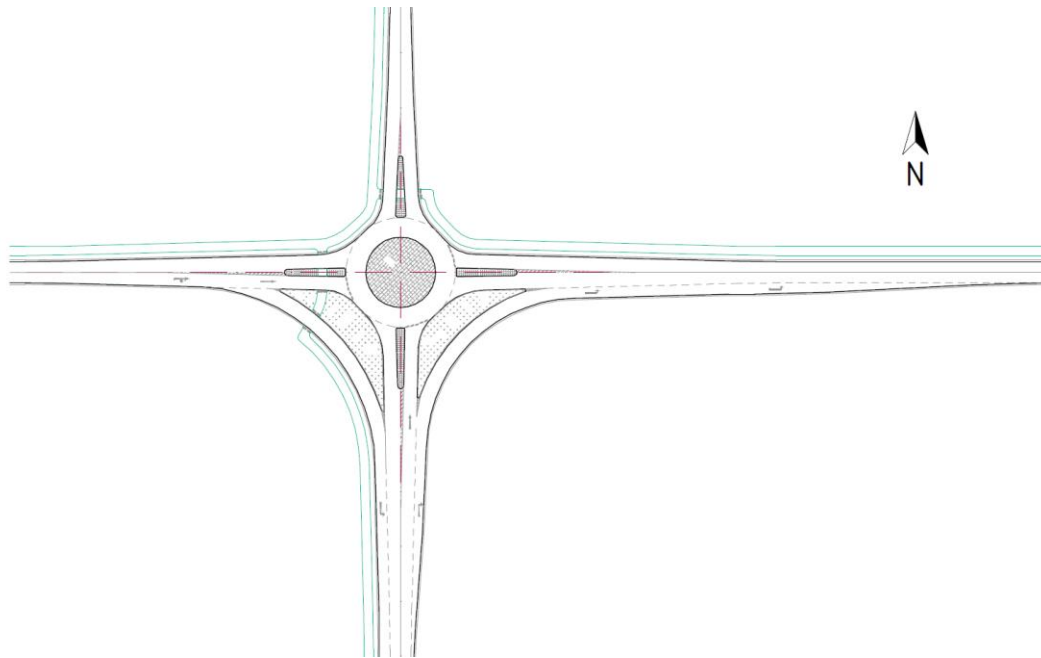


Abbildung 48 - Musterknoten 10

## 4.5 Überprüfung der Befahrbarkeit

Voraussetzung für die RVS-konforme Konstruktion von Knotenpunkten ist die Kontrolle der Befahrbarkeit mit Hilfe von Schleppkurvenuntersuchungen.

### 4.5.1 Grundlagen

Dadurch kann der Verlauf der Fahrflächenränder, die Fahrbahnbreiten und die Lage von Fahrbahnteilern beeinflusst werden. Es sind in RVS 03.05.12 drei Typen von Bemessungsfahrzeugen gegeben, welche je nach Bedeutung einer Straße eingesetzt werden können. Bei der Konstruktion der Schleppkurve wird das gewählte Fahrzeug entlang einer beliebig gekrümmten Leitkurve geführt. Dadurch wird die überstrichene Grundrissfläche bei einem Ab- oder Einbiegevorgang ermittelt. Abhängig von der geometrischen Zusammensetzung kann die Leitkurve einer der drei Komfortstufen (A, B oder C) zugeordnet werden. Jede Abbiegerelation soll im Regelfall von allen Bemessungsfahrzeugen mindestens in Komfortstufe C befahrbar sein.<sup>54</sup>

### 4.5.2 Schleppkurvenuntersuchungen mit VESTRA

Die mit AutoCAD konstruierten Musterknoten konnten mit VESTRA auf Befahrbarkeit überprüft werden. Dazu ist in der Software ein eigenes Tool vorhanden, mit welchem Schleppkurven berechnet und grafisch dargestellt werden können.

Zuerst wurden die Definitionsdateien der laut RVS 03.05.12 vorgegebenen Bemessungsfahrzeuge erstellt, da diese im integrierten Fahrzeugkatalog nicht mit ihren genauen Abmessungen vorhanden waren. Es wurde für die vorhandenen drei Fahrzeuge eine .kfzx-Datei erstellt, in der die Längen, Breiten, Position und Lenkung der Fahrzeugachsen sowie beim LKW mit Anhänger der Kupplungspunkt der Deichsel enthalten sind.

Danach wurden in den Musterknoten die Leitkurven (in VESTRA als Fahrlinien bezeichnet) erstellt, entlang denen das jeweilige Bemessungsfahrzeug geführt wird. Diese wurden so konstruiert, dass der Führungspunkt am Bemessungsfahrzeug immer am vordersten Punkt, entweder rechts oder links gewählt werden konnte. Grund dafür ist, dass Radius des Mindestwendekreises 12,5m beträgt und diese Größe als Randbedingung für die Konstruktion der Leitkurven herangezogen wurde. Alle Leitkurven wurden aus Geraden und Kreisbögen ohne Knick erstellt, wodurch sich Komfortstufe B ergibt.

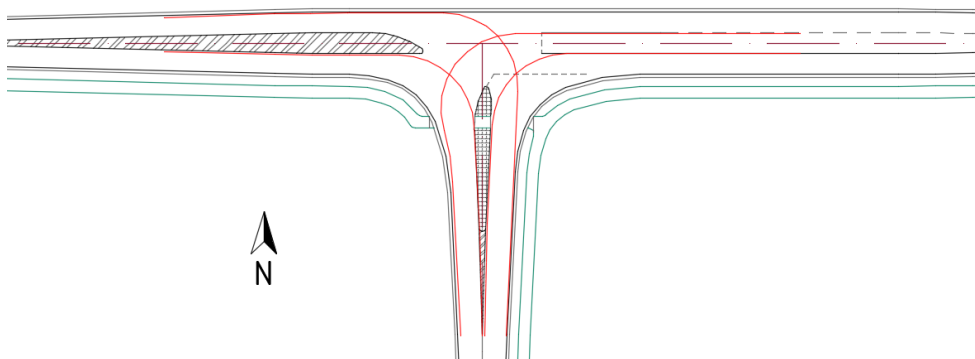


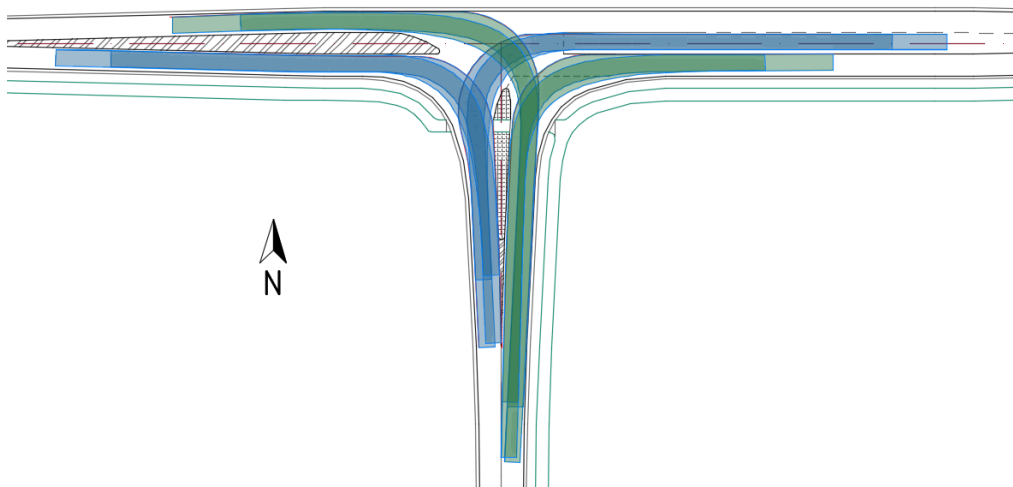
Abbildung 49 - Leitkurven zur Führung eines Fahrzeuges

<sup>54</sup> (RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, S. 27-29)

Nach Angabe des Bemessungsfahrzeuges, dessen Führungspunkt und der Leitkurve konnte die gewünschte Berechnung durchgeführt werden. Hier kann zwischen folgenden vier verschiedenen Berechnungsarten gewählt werden:

- Fahrendes Fahrzeug
- Fahrzeug an den Stationen
- Überstrichene Fläche
- Schlepplinien

In Abbildung 50 ist das Ergebnis der Schleppkurvenuntersuchung eines Musterknotens dargestellt. Die Leitkurven, auf Basis derer die überstrichene Fläche generiert wurde sind in Abbildung 49 ersichtlich.



**Abbildung 50 - überstrichene Fläche zur Überprüfung der Befahrbarkeit**

Die Wahl der Bemessungsfahrzeuge hat nach folgenden Kriterien zu erfolgen, die in der RVS 03.05.12 enthalten sind:

- Verkehrsbedeutung der Straße
- Lage und Bedeutung des Knotens
- Sichtverhältnisse am Knoten
- Verkehrsstärken am Knoten
- Häufigkeit der Abbiegevorgänge von großen Fahrzeugen
- eventuellem Vorhandensein eines Linienbetriebes mit großen Bussen
- Platzverhältnissen

Auf Basis dieser Kriterien, wurden für die einzelnen Musterknoten die Bemessungsfahrzeuge gewählt. Für Musterknoten 1 wurde zur Überprüfung der „LKW 9m“, für MK 2, MK 3, MK 7, MK 9 sowie für den Abbiegerelationen des nördlichen Knotenpunktsarm von MK 6 der „LKW mit Anhänger“ verwendet. Der Befahrbarkeitsüberprüfung von MK 4, MK 5, MK 8, MK 10 und der Abbiegerelationen des südlichen Knotenpunktsarmes von MK 6 wurde der „Bus 15m“ zugrunde gelegt. Bei allen Musterknoten konnte die Befahrbarkeit erfolgreich nachgewiesen werden.

## **5 Konstruktion der Musterknoten mit Hilfe von VESTRA**

### **5.1 Straßenentwurfsoftware VESTRA**

VESTRA besteht aus mehreren Fachschalen für Straße, Eisenbahn und Kanal. Es stehen Funktionalitäten zur Planung und Ausführung von Infrastrukturanlagen zur Verfügung. Die Fachschale Straße beinhaltet verschiedene Module, wie beispielsweise Achstrassierung oder Querschnittsgestaltung, die auf Richtlinien der deutschen (FGSV), österreichischen (FSV) und schweizerischen (VSS) Forschungsanstalten abgestimmt sind. Die österreichischen Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) zur Gestaltung plangleicher Knotenpunkte (RVS 03.05.11, RVS 03.05.12 und RVS 03.05.14) sind jedoch noch nicht berücksichtigt. Die AKG Software Consulting GmbH ist bemüht, die Module auch auf die österreichischen Richtlinien abzustimmen und eine automatische Richtlinienprüfung für diese zu integrieren.

Ein Modul von VESTRA ist ein Manager zur Planung von Knoten-, Kreis- und Wendeanlagen und soll ebenfalls hinsichtlich Übereinstimmung mit den RVS verbessert werden.

### **5.2 Erstellung von Knotenpunkten mit VESTRA**

Die Software verfügt über die Möglichkeit, mit Hilfe des Achsmanagers, im Schnittpunkt zweier Straßenachsen, Knotenpunkte automatisch zu generieren. Bei der Konstruktion von Knotenpunkten werden von VESTRA sogenannte Elementachsen erstellt, welche aus Festelementen, Koppelementen, Pufferelementen, Korrespondenzelementen und Komplexelementen zusammengesetzt sein können. Mit Hilfe dieser Achsen werden die Entwurfselemente eines Knotenpunktes dargestellt. Diese müssen jedoch nicht manuell und einzeln konstruiert werden, sondern werden von VESTRA automatisch erstellt.

Dazu stehen je nach Typ des gewünschten Knotenpunktes verschiedene Eingabefelder zur Verfügung. Nachfolgend sind die beiden Fenster zur Erstellung einer plangleichen drei- oder vierarmigen Knotenpunktes dargestellt.

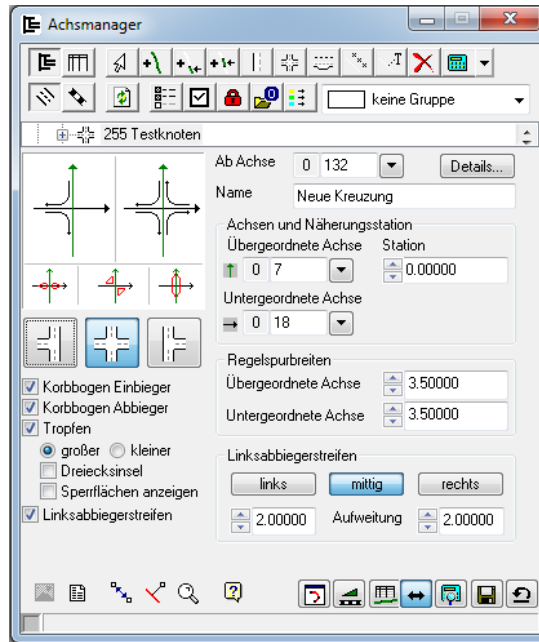


Abbildung 51 - Editor zur Erstellung eines drei- oder vierarmigen Knotenpunktes

Innerhalb des in Abbildung 51 dargestellten Editors werden die im Knotenpunkt zusammentreffenden Straßenachsen, Fahrstreifenbreiten und die erforderlichen Entwurfs Elemente ausgewählt. Dadurch wird die Grundform eines Knotenpunktes generiert. In weiterer Folge können die einzelnen Entwurfs Elemente hinsichtlich ihrer Abmessungen mit dem Knotenpunkteditor zur Eingabe von Parametern (Abbildung 52) nachbearbeitet werden.

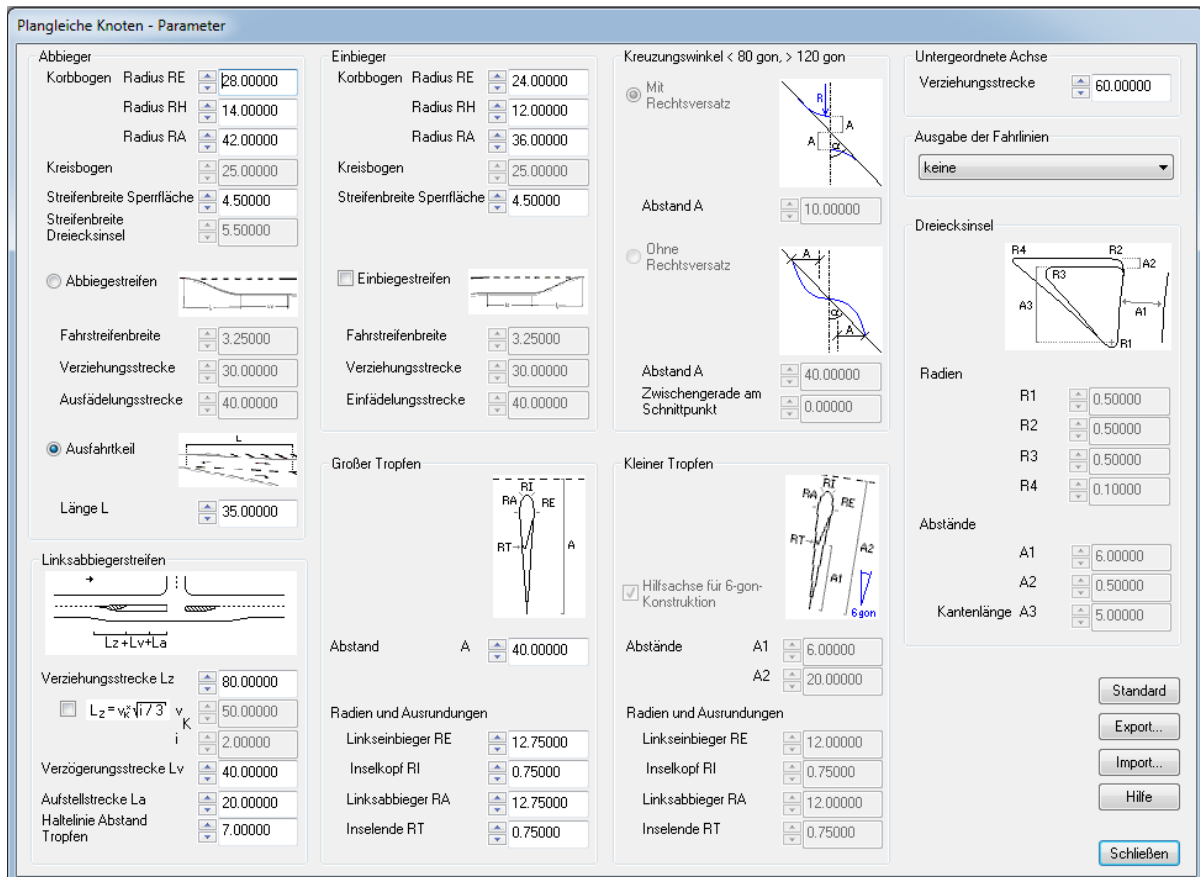
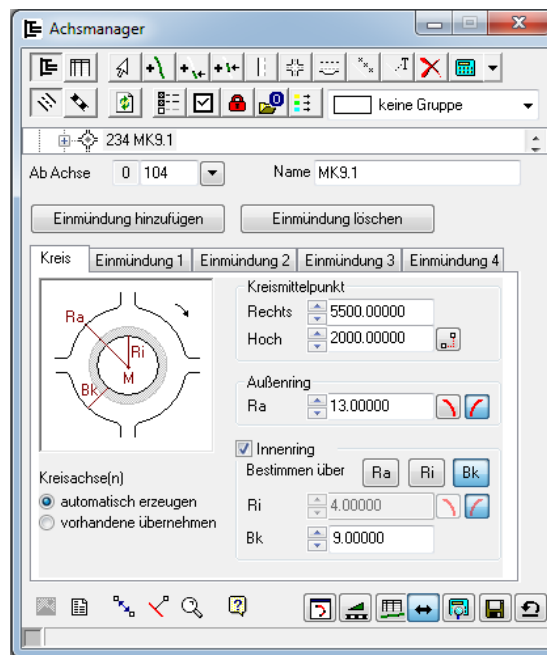


Abbildung 52 - Knotenpunkteditor zur Eingabe von Parametern

Zur Erstellung von Kreisverkehren steht das in Abbildung 53 dargestellte Eingabefenster zur Verfügung. Wie bei drei- und vierarmigen Knotenpunkten, können auch hier die beiden sich treffenden Straßenachsen ausgewählt werden, an denen der Knotenpunkt konstruiert werden soll. Alternativ können die Koordinaten des Kreismittelpunktes angegeben werden. Durch weitere Angaben wird der Außendurchmesser des Kreisverkehrs sowie die Breite der Kreisfahrbahn definiert. Die Einmündungen des Kreisverkehrs werden einzeln hinzugefügt und auf einem eigenen Registerblatt im selben Fenster bearbeitet.



**Abbildung 53 – Editor zum Erstellen eines Kreisverkehrs**

Sollten die automatisch erstellten Elementachsen eines Knotenpunktes nicht der gewünschten Form entsprechen, können diese manuell nachbearbeitet werden. Dies erfolgt mit Hilfe des Achsmanagers, in welchem alle vorhandenen Achsen mit ihren Elementen verzeichnet sind und geändert werden können. Sollten Entwurfs Elemente eines Knotenpunktes gar nicht mit dem Knotenpunkteditor generiert werden können, besteht die Möglichkeit diese als eigenständige Achse mit dem Achsmanager zu erstellen.

### 5.3 Überprüfung der Musterknoten mit VESTRA

Im folgenden Abschnitt wird die Konstruktion der im vorangegangenen Kapitel entworfenen Musterknoten mit Hilfe von VESTRA, beschrieben. Im Zuge dessen erfolgt auch die Überprüfung der erstellten Knotenpunkte auf Übereinstimmung mit den Musterknoten.

Es soll herausgefiltert werden welche Probleme dabei auftreten, also welche Grenzwerte laut RVS 03.05.11, RVS 03.05.12 und RVS 03.05.14 nicht eingehalten bzw. welche Unterschiede zwischen den Musterknoten und den mit VESTRA konstruierten Knotenpunkten auftraten. Prinzipiell wurde versucht diese Musterknoten exakt nachzubilden, womit auch die Vorgaben der RVS eingehalten werden. War dies nicht möglich, so wurde überprüft, ob sich die von der Vorlage abweichenden Parameter noch innerhalb der Grenzen der RVS befinden, oder eine richtlinienkonforme Konstruktion mit VESTRA nicht möglich ist.

Zur Überprüfung der Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der Konstruktion mit VESTRA und den Musterknoten, wurden die plangleichen Knotenpunktformen „drei- und vierarmige Knotenpunkte“ sowie „Kreisverkehre“ tabellarisch in alle laut RVS möglichen Entwurfselemente, deren Teilelemente und ihre Parameter mit Werten, gegliedert. Diese Parameter wurden in weiterer Folge als Vergleichswert zwischen Soll und Ist herangezogen. Um die Elemente bewerten zu können, wurden folgende vier „Umsetzungsklassen“ definiert, die bei der Konstruktion in VESTRA für jeden Parameter eines Elements auftreten können:

- Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich:  
Der Parameter wird nach Erstellen des Knotenpunkts mit dem Knotenpunkteditor mit dem gewünschten Wert dargestellt.
- Konstruktion mit KPE – manuelle Nachbearbeitung möglich:  
Das Element wird mit dem Knotenpunkteditor erstellt, es müssen jedoch die Achselemente im Achsmanager nachbearbeitet werden, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten.
- Konstruktion mit KPE – manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich:  
Das Element kann im Knotenpunkteditor erstellt, jedoch nicht so nachbearbeitet werden, dass es die gewünschte Form erhält.
- Konstruktion mit KPE nicht möglich – manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager:  
Das Element kann nicht mit dem Knotenpunkteditor erstellt werden und muss manuell als Elementachse aus Korrespondenz- und Pufferelementen erstellt werden.

Die Formgebung der nachfolgend dargestellten Knotenpunkte wurde ausschließlich mit VESTRA erreicht und nicht mit den Standardfunktionen von AutoCAD nachbearbeitet. Nachdem alle Entwurfselemente auf Übereinstimmung mit den Musterknoten verglichen wurden, konnten sie in eine der vier oben beschriebenen „Umsetzungsklassen“ eingeteilt werden. Jede dieser „Umsetzungsklassen“ erhielt eine bestimmte Farbe, mit welcher die zugehörigen Elemente, sowohl in den grafischen Darstellungen als auch tabellarisch, belegt wurden. Die farbliche Darstellung soll besser veranschaulichen, welche Entwurfselemente mit dem Knotenpunkteditor von VESTRA einwandfrei konstruiert werden konnten und bei welchen Probleme auftraten. Verkehrseinrichtungen für Fußgänger und Radfahrer können mit VESTRA nicht erstellt werden und werden hier auch nicht näher behandelt.

**Tabelle 13 - Umsetzungsklassen von Knotenpunktelementen**

<b>Legende</b>	Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich	Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich	Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich	Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager
----------------	---	---	---	--

Alle mit VESTRA konstruierten Knotenpunkte sind im Anhang im Maßstab 1:100 mit Bemaßung enthalten.

## 5.4 3-armige Knotenpunkte

Die dreiarmigen Musterknoten stellen die einfachste Form der Musterknoten dar und können somit als Standardformen betrachtet werden, die mit dieser Zusammensetzung der Entwurfselemente auch in der RVS 03.05.12 vorgeschlagen sind. Es wurde erwartet, dass diese Grundformen mit dem Knotenpunkteditor von VESTRA konstruiert werden können. Sie wurden deshalb, mit einer einzigen Ausnahme, ausschließlich mit dem Knotenpunkteditor erstellt und nicht im Achsmanager nachbearbeitet. Diese Ausnahme bildet die Dreiecksinsel zur Einleitung eines Rechtseinbiegestreifens, die mit dem Knotenpunkteditor nicht erstellt werden kann, jedoch laut RVS 03.05.12 in Kombination mit diesem immer anzuordnen ist.

### 5.4.1 MK 1 – Knotenpunkt ohne zusätzliche Entwurfselemente

#### Durchgehende Fahrstreifen

Sie werden mit Hilfe von Achsparallelen der übergeordneten Straße hergestellt und müssen lediglich über den Abstand von der Achse definiert werden.

#### Fahrflächenränder

Die Korbbögen der Fahrflächenränder konnten problemlos erstellt werden.



Abbildung 54 - Musterknoten 1 mit VESTRA

### 5.4.2 MK 2 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen

In diesem Knotenpunkt treffen sich zwei Straßen mit gleicher Fahrstreifenbreite. Es ist ein Linksabbiegestreifen in der übergeordneten Straße vorhanden, jedoch kein Rechtsabbiege-, Rechtseinbiegestreifen und Fahrbahnteiler.

#### Durchgehende Fahrstreifen

Um die durchgehenden Fahrstreifen im Knotenpunktbereich darzustellen sind für die jeweiligen Achsen, also die Fahrstreifenbegrenzungen des Linksabbiegestreifens, Achsparallele im gewünschten Abstand von 3,50m zu erstellen.



### **Linksabbiegestreifen**

Laut RVS 03.05.12 gibt es keine Verziehungsstrecke, wie in der RAL und in VESTRA, sondern eine sogenannte Fahrstreifenwechselstrecke, die jedoch von der Geometrie her ähnlich ausgebildet ist. Nach RVS 03.05.12 ist eine Verziehung von maximal 1:20 einzuhalten, jedoch 1:40 angestrebt werden soll. Die Länge der Fahrstreifenwechselstrecke von 80,0m konnte mit VESTRA konstruiert werden. Danach erreicht der Linksabbiegestreifen auch die gewünschte Breite von 3,50m. Jedoch wird hierfür vom Programm das Pufferelement „Radienpaar und Zwischengerade“ verwendet, wobei die vordefinierte Länge der Zwischengerade 0,00m beträgt und somit die gesamte Verziehung aus dem Radienpaar mit Radien von 915m besteht. Es ergeben sich am Fahrflächenrand Radien von 918m bzw. 911m. Dadurch werden zwar die Mindestradien von 500m eingehalten, jedoch nicht die Form des Musterknotens. Nachträglich kann die Länge der Zwischengeraden definiert werden, wodurch sich auch die Radien ändern, aber nicht exakt definiert werden können. Die Verziehungsstrecke wird mit einer Sperrfläche eingeleitet, was jedoch bei der Fahrstreifenwechselstrecke nicht der Fall sein sollte. Diese kann weder im Knotenpunkteditor, noch im Achsmanager entfernt werden und müsste somit nachträglich in der AutoCAD-Zeichnung gelöscht werden.

Die Verzögerungsstrecke konnte mit einer Länge von 30,0m problemlos dargestellt werden.

Für die Aufstellstrecke wurde die vorgeschriebene Mindestlänge von 20,0m gewählt. Die Position der Haltelinie des Linksabbiegestreifen kann über den Abstand vom Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße gewählt werden. Da in diesem Fall jedoch keiner vorhanden ist, wird die Haltelinie gar nicht dargestellt und der Linksabbiegestreifen endet am Schnittpunkt der beiden Straßenachsen. Somit muss der Abstand von der Wartelinie zum Schnittpunkt der beiden Straßenachsen zur Länge der Aufstellstrecke addiert werden.

Die Sperrfläche gegenüber des Linksabbiegestreifens hat keine frei definierbare Position und liegt 30,0m vom Schnittpunkt der Straßenachsen entfernt. Ihre Verziehung ist identisch mit jener der Fahrstreifenwechselstrecke. Wie bei der Fahrstreifenwechselstrecke sind auch hier die Ausrundungsradien der Fahrbahnränder nicht wählbar. Das am Knotenpunkt befindliche Ende ist mit einem Halbkreis ausgerundet, was der RVS zwar nicht widerspricht, jedoch wäre eine asymmetrische Formgebung wie jene der Sperrfläche bei Vorhandensein eines Fahrbahnteilers in der untergeordneten Straße wünschenswert.

### **Fahrflächenränder**

Die Fahrflächenränder konnten, wie bei Musterknoten 1, beidseitig als dreiteilige Kreisbogenfolge problemlos ausgebildet werden.

### Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA

- Die Verziehung soll nicht als Sperrfläche konstruiert werden.
- Der Ausradiusradius der Fahrflächenränder von 500m ist nicht definierbar.
- Die Wartelinie wäre am Schnittpunkt der beiden Straßenachsen, wird jedoch gar nicht dargestellt.
- Die Position der Sperrfläche gegenüber des Linksabbiegestreifens kann nicht definiert werden, sie befindet sich 30m vom Schnittpunkt der Straßenachsen entfernt.
- Die Sperrfläche ist mit einem Halbkreis ausgerundet und hat den Abstand von 30,0m vom Achsschnittpunkt.

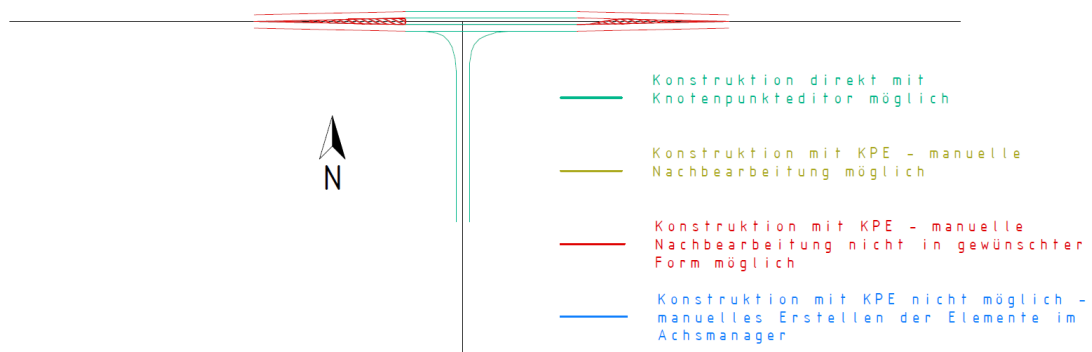


Abbildung 55 - Musterknoten 2 mit VESTRA

### **5.4.3 MK 3 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn**

Die Fahrstreifenbreiten von übergeordneter und untergeordneter Straße sind wie vorhin mit 3,50m identisch. Es sind ein Linksabbiegestreifen in der übergeordneten, sowie ein Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße vorhanden. Auf Rechtsabbiege- und Rechtseinbiegestreifen wurde auch bei diesem Knotenpunkte verzichtet.

#### **Durchgehende Fahrstreifen**

Die durchgehenden Fahrstreifen sind wie bei Musterknoten 2 mittels Parallelen im erforderlichen Abstand von 3,50m zu erstellen.

#### **Linksabbiegestreifen**

Bei der Konstruktion von Fahrstreifenwechselstrecke wurde hier keine beliebige Länge gewählt, sondern eine Verziehung von 1:40. Daraus ergibt sich die Länge von 82,5m, die durch VESTRA wieder mit einem Radienpaar und Zwischengerade mit 0,00m Länge ausgebildet wird. Dadurch ergeben sich die Ausrundungen der Fahrflächenränder zu Radien von 976m bzw. 969m, was wiederum nicht dem Musterknoten entspricht. Auch kann die Sperrfläche, mit welcher der Linksabbiegestreifen eingeleitet nicht entfernt werden.

Bei der Verzögerungsstrecke und Aufstellstrecke ändert sich gegenüber Musterknoten 2 nichts.

Die Position der Wartelinie des Linksabbiegestreifens kann über den Abstand vom Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße gewählt werden. Es muss also lediglich die Breite des Fahrbahnteilers, in Fahrtrichtung rechts von der Straßenachse, vom Abstand zu eben dieser abgezogen werden, um den Eingabewert für VESTRA zu erhalten. Laut RVS 03.05.12 ist dieser Abstand jedoch nicht mittels Grenzwerten definiert.

Die Form und Lage der Sperrfläche gegenüber des Linksabbiegestreifens hängt in diesem Fall mit dem Ausrundungsradius des Fahrbahnteilers in der untergeordneten Straße auf der Seite der Linkseinbiegers zusammen: der Kreisbogen des Fahrbahnteilers wird nach Unterbrechung durch den durchgehenden Fahrstreifen mit gleichem Radius als Abschluss der Sperrfläche fortgeführt. Bei der Überprüfung der Befahrbarkeit wurde festgestellt, dass die Sperrfläche vom Bemessungsfahrzeug überfahren werden würde. Deshalb sollte sie abgerückt werden können. Die Verziehung verläuft wiederum identisch mit jener der Fahrstreifenwechselstrecke. Wie bei der Fahrstreifenwechselstrecke sind auch hier die Ausrundungsradien der Fahrbahn­ränder nicht wählbar. Die Verziehung sollte an jenem Punkt beginnen, an dem auch die Ausrundung zwischen übergeordneter und untergeordneter Fahrbahn beginnt. Bei der Konstruktion mit VESTRA ist dieser Punkt jedoch immer 20,0m von der Wartelinie des Linksabbiegestreifens entfernt.

#### **Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn**

Bei diesem Musterknoten wurde ein großer Tropfen als Fahrbahnteiler gewählt. Die Ausrundungsradien an Kopf und Ende können in VESTRA direkt eingegeben werden und sind somit problemlos umsetzbar.

Breite und Länge des Fahrbahnteilers konnte nicht exakt wie beim Musterknoten konstruiert werden und belaufen sich auf 22,5m bzw 4,10m. Es musste also anschließend überprüft werden, ob das

Verhältnis von Breite zu Länge den Vorgaben der RVS 03.05.12 entspricht. Es ergibt sich ein Wert von 5,49 : 1, was den geforderten Wert von 6 : 1 unterschreitet. Nachdem die Breite von 3,0m überschritten wurde, reicht es aus aber eine Mindestlänge von 18m einzuhalten und somit spielt das zu hohe Verhältnis keine Rolle.

Der Abstand zum Rand der übergeordneten Fahrbahn hin beträgt 1,30m, was ebenfalls nicht jenem des Musterknotens entspricht.

Die Sperrfläche seitlich des Fahrbahnteilers, ist beim Musterbeispiel laut RVS 03.05.12 nicht vorhanden, jedoch auch nicht explizit unerlaubt. Die angrenzenden Fahrstreifen konnten, wie gewünscht, mit einer Breite von 4,50m ausgeführt werden.

Die Abweichungen vom Musterknoten sind bedingt durch die genaue geometrische Konstruktion, welche laut RAL vorgegeben wird. Der Fahrbahnteiler kann jedoch im Achsmanager nachbearbeitet und dadurch bis auf minimale Unterschiede die gleiche Form wie beim Musterknoten erreicht werden. Es befinden sich jedoch auch so alle Werte innerhalb der Grenzen der RVS 03.05.12.

### Fahrflächenränder

Die Konstruktion der Fahrflächenränder als dreiteilige Kreisbogenfolge mit Radien von 24,0m : 12,0m : 36,0m funktionierte auch hier problemlos.

### Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA

- Zur Einleitung des Linksabbiegestreifens soll keine Sperrfläche angeordnet werden.
- Die Sperrfläche gegenüber dem Linksabbiegestreifen kann nicht verschoben werden.
- Die Gegenverziehung beginnt immer 20,0m von der Wartelinie entfernt.
- Die Ausrundungsradien der Fahrflächenränder sind nicht mit 500m Radius konstruierbar und somit ist keine Verziehung im Verhältnis 1:40 möglich.
- Die Konstruktion des Fahrbahnteilers (großer Tropfen) durch andere Parameter als in RVS, - jedoch können die Grenzwerte eingehalten werden.
- Die Sperrfläche seitlich des Fahrbahnteilers ist im Musterknoten nicht vorhanden.

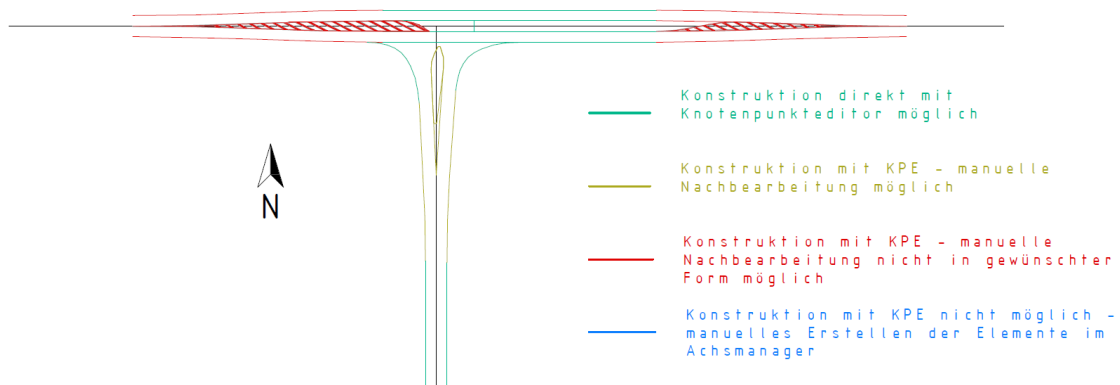


Abbildung 56 - Musterknoten 3 mit VESTRA

#### **5.4.4 MK 4 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten und übergeordneten Fahrbahn, Rechtseinbiegestreifen**

Auch dieser Knotenpunkt wird aus zwei Straßen mit gleichen Fahrstreifenbreiten gebildet, wobei sich jene in der übergeordneten Fahrbahn im Knotenpunktbereich zu einer Breite von 4,00m aufweiten. Zusätzlich zu Musterknoten 3 wurden hier ein Rechtseinbiegestreifen und die zugehörige Dreiecksinsel, sowie Fahrbahnteiler in der übergeordneten Fahrbahn angeordnet.

##### **Durchgehende Fahrstreifen**

Wie bei den vorangegangenen Musterknoten sind auch hier die durchgehenden Fahrstreifen durch parallel verschieben der Achsen des Linksabbiegestreifens zu erstellen.

##### **Linksabbiegestreifen**

Die Fahrstreifenwechselstrecke ist identisch mit jener von Musterknoten 3.

Die Verzögerungsstrecke hat sich um 2,00m verlängert, Aufstellstrecke und Breite wurden nicht verändert. Dadurch hat sich jedoch an der Konstruktion mit VESTRA nichts geändert.

Die Wartelinie wird wie beim vorigen Knotenpunkt, nur mit einem veränderten Abstand zum Schnittpunkt der beiden Straßenachsen, erstellt.

Die Sperrfläche gegenüber dem Linksabbiegestreifen ändert sich gegenüber jener in Musterknoten 3 in ihren Abmessungen, weil die Radien am vorderen Ende des Fahrbahnteilers in der untergeordneten Straße vertauscht wurden. Von der Konstruktion her sind jedoch keine Unterschiede vorhanden.

##### **Rechtseinbiegestreifen**

Wird ein Rechtseinbiegestreifen angeordnet, so soll laut österreichischer Richtlinie auch eine Dreiecksinsel angeordnet werden. Auch die RAL besagt, dass bei Anordnung eines Einfädelungsstreifens eine Dreiecksinsel vonnöten ist. Dies ist mit VESTRA jedoch nicht möglich.

Ansonsten kann der Rechtseinbiegestreifen nahezu problemlos konstruiert werden. Der Fahrflächenrand des Fahrstreifens für Rechtseinbieger wurde mit einem Kreisbogen mit 30,0m Radius ausgerundet. Die Einfahrtstrecke kann mit VESTRA nicht separat konstruiert werden. Sie endet an jener Stelle, an der die Ausrundung des Fahrflächenrandes in eine Gerade übergeht und hat nicht die gewünschte Länge von 20,0m, beginnend an der Spitze der Dreiecksinsel. Die Länge der Manöverstrecke ist über Projektierungsgeschwindigkeit und Verkehrsstärke zu ermitteln und wurde mit einer Länge von 120m angenommen. In der RAL ist diese Strecken als Einfädelungsstrecke bezeichnet. Durch die Verziehung von 1:20 kann die Länge der Verziehungsstrecke mit 95,0m, bei 3,50m Breite und Ausrundungsradien von 500m, bestimmt werden. Wie schon beim Linksabbiegestreifen können die Ausrundungsradien der Fahrflächenränder von 500m auch hier nicht eingehalten werden.

### **Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn**

Gegenüber Musterknoten 3 wurden hier die Radien auf Abbieger- und Einbiegerseite vertauscht, wodurch sich die Abmessungen des Fahrbahnteilers geringfügig ändern. Um die Vorgaben des Musterknotens einzuhalten, müsste auch dieser Fahrbahnteiler im Achsmanager nachbearbeitet werden. Die Grenzwerte laut RVS 03.05.12 sind jedoch auch mit der vorhandenen Geometrie eingehalten.

### **Fahrbahnteiler in der übergeordneten Fahrbahn**

Laut Musterknoten 4 sollten in der übergeordneten Fahrbahn, zur Einleitung des Linksabbiegestreifens und an Stelle der Sperrfläche in der Gegenverziehung, Fahrbahnteiler angeordnet werden. Da diese nicht mit dem Knotenpunkteditor erstellt werden können, wurde bei diesem Knotenpunkt auf eine Konstruktion mit dem Achsmanager verzichtet. Die Fahrbahnteiler in der übergeordneten Fahrbahn kommen in ähnlicher Form in Musterknoten 7 vor und wurden bei diesem auch mit VESTRA konstruiert.

### **Dreiecksinsel**

Die Dreiecksinsel konnte nicht mit dem Knotenpunkteditor erstellt werden und wurde hier als zusätzliches Entwurfselement mit Hilfe des Achsmanagers eingefügt. Im Gegensatz zu den Fahrbahnteilern in der übergeordneten Fahrbahn, ist sie in Kombination mit einem Rechtseinbiegestreifen laut RVS 03.05.12 verpflichtend. Deshalb wurde nicht darauf verzichtet.

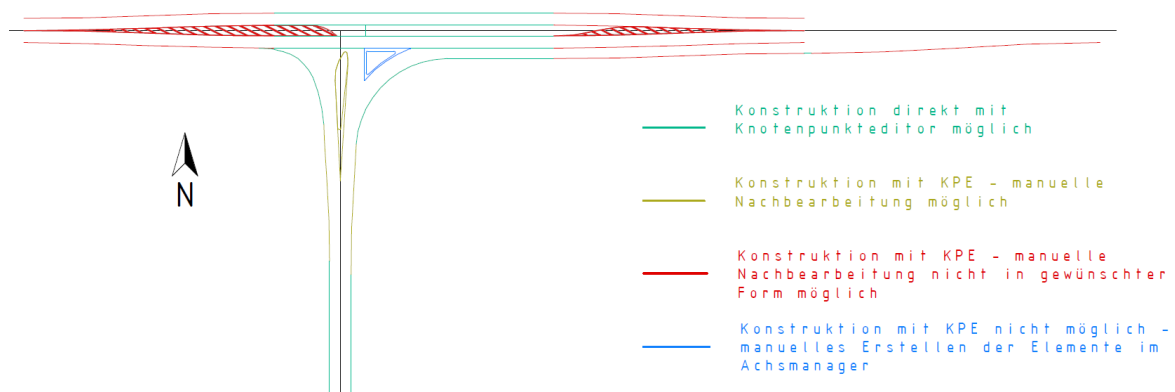
Es wurde das Element „Dreiecksinsel Sperrfläche rechts der übergeordneten Achse“ eingefügt und, mittels Abständen zu den jeweiligen Bezugsachsen, der Randstreifen der Dreiecksinsel definiert. Für die Bordsteinlinie wurde nochmals das gleiche Element eingefügt und parallel zum vorher erstellten um die Abstände von 1,00m an der übergeordneten Fahrbahn und 0,50m an den beiden anderen Seiten, verschoben. Dadurch konnte eine exakte Nachbildung der Dreiecksinsel im Musterknoten erreicht werden.

### **Fahrflächenränder**

Auf der Seite des Rechtseinbiegestreifens wurde, wie schon erwähnt, ein Kreisbogen mit einem Radius von 30,0m gewählt. Gegenüber wurde die Ausrundung der Fahrflächenränder mit einem Korbbogen mit einer Radienfolge von 30,0m : 15,0m : 45,0m durchgeführt. Auf beiden Seiten sind keinerlei Mängel zu beanstanden.

**Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA**

- Es ist keine Fahrflächenverbreiterung der durchgehenden Fahrstreifen möglich.
- Zur Einleitung des Linksabbiegestreifens soll keine Sperrfläche angeordnet werden.
- Die Sperrfläche gegenüber dem Linksabbiegestreifen kann weder verschoben noch entfernt werden.
- Die Gegenverziehung beginnt immer 20,0m von der Wartelinie entfernt.
- Ausrundungsradien der Fahrflächenränder sind nicht mit 500m Radius konstruierbar und somit keine Verziehung im Verhältnis 1:40 möglich.
- Einfahrtstrecke des Rechtseinbiegestreifens endet mit Ausrundung des Fahrflächenrandes.
- Konstruktion des Fahrbahnteilers (großer Tropfen) durch andere Parameter als in RVS, - jedoch können die Grenzwerte eingehalten werden.
- keine Erstellung von Fahrbahnteilern in der übergeordneten Fahrbahn möglich
- Es kann zwischen Rechtseinbiegestreifen und durchgehendem Fahrstreifen keine Dreiecksinsel automatisiert erstellt werden.

**Abbildung 57 - Musterknoten 4 mit VESTRA**

#### **5.4.5 MK 5 – Knotenpunkt mit Linksabbiegestreifen, Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn, Rechtsabbiegestreifen**

Bei diesem Knotenpunkt wird gegenüber Musterknoten 4 der Rechtseinbiegestreifen durch einen Rechtsabbiegestreifen ersetzt. Ansonsten sind dieselben Elemente mit identischen Abmessungen vorhanden.

##### **Durchgehende Fahrstreifen**

Sind wie bei allen vorangegangenen Musterknoten herzustellen.

##### **Linksabbiegestreifen**

Gegenüber Musterknoten 4 ändern sich hier lediglich die Länge von Verzögerungs- und Aufstellstrecke auf 50,0m bzw. 25,0m, sowie der Abstand der Wartelinie zum Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße auf 6,50m. Die restlichen Werte sowie die Konstruktion sind identisch mit dem vorherigen Knotenpunkt.

Die Sperrfläche gegenüber dem Linksabbiegestreifen wird ebenfalls gleich konstruiert wie den vorangegangenen Musterknoten. Da die Wartelinie anders positioniert wurde, verschiebt sich auch die Stelle an welcher die Gegenverziehung beginnt.

##### **Rechtsabbiegestreifen**

Die Fahrstreifenwechselstrecke kann über die Länge konstruiert werden und weist dieselben Probleme wie auch die anderen Verziehungen auf, nämlich die Ausrundungsradien der Fahrflächenränder, die in diesem Fall, mit 445m, den Grenzwert von 500m unterschreiten. Die anschließende Verzögerungsstrecke sollte bis zum Beginn der Ausrundung des Fahrbahnrandes eine Länge von 20,0m aufweisen. Sie kann zwar im Knotenpunkteditor angegeben werden jedoch ist hier nicht klar, in welchem Punkt diese Strecke genau endet.

##### **Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn**

Der Fahrbahnteiler wurde zur Konstruktion mit VESTRA mit den gleichen wie jener bei Musterknoten 4 belegt. Da er geometrisch von der Position der Wartelinie des Linksabbiegestreifens abhängig ist, kam es jedoch zu einer Verbreiterung auf 4,80m. Dadurch weicht seine Geometrie zwar noch mehr von jener des Fahrbahnteilers im Musterknoten ab, liegt jedoch auch weiterhin innerhalb der Grenzen der RVS 03.05.12.

##### **Dreiecksinsel**

Bei der Konstruktion mit VESTRA können die Ausrundungsradien der Spitzen, die Länge der Dreiecksinsel normal zur übergeordneten Straße, die Breite des Randstreifens an der übergeordneten Straße und die Fahrbahnbreite zwischen Fahrbahnteiler und Dreiecksinsel definiert werden.

Die Dreiecksinsel wird nicht parallel zur Fahrbahn des Rechtsabbiegestreifens konstruiert und besitzt keinen umlaufenden Randstreifen, was jedoch nach RVS 03.05.12 der Fall sein sollte. Ansonsten würde die Darstellung der RVS 03.05.12 entsprechen. Sie könnte wie beim vorigen Knotenpunkt im Achsmanager konstruiert werden, wobei die Sperrfläche bereits korrekt dargestellt wird und somit lediglich die Bordsteinlinie neu erstellt werden müsste.



## Fahrflächenränder

Auf der Seite des Rechtsabbiegestreifens wird der Radius durch die Abmessungen der Dreiecksinsel und der Breite des angrenzenden Fahrstreifens bestimmt und besitzt einen Wert von 24,0m. Damit weicht er um 1,00m vom Radius der Musterknotens ab, was auf die Konstruktion der Dreiecksinsel zurückzuführen ist. Im weiteren Verlauf des Fahrflächenrandes ist ein Knick vorhanden, weil er in diesem Bereich einen Abstand von 5,40m zum Fahrbahnteiler hat. Dies kann nachträglich im Achsmanager behoben werden.

Auf der anderen Seite wurde der Fahrflächenrand mit einem dreiteiligen Korbbogen mit einer Radienfolge von 28,0m : 14,0m : 42,0m ausgerundet, was wiederum problemlos vonstatten ging.

## Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA

- zur Einleitung des Linksabbiegestreifens soll keine Sperrfläche angeordnet werden.
- die Sperrfläche gegenüber dem Linksabbiegestreifen kann weder verschoben noch entfernt werden.
- Gegenverziehung beginnt immer 20,0m von der Wartelinie entfernt.
- Ausrundungsradien der Fahrflächenränder sind nicht mit 500m Radius konstruierbar und somit keine Verziehung im Verhältnis 1:40 möglich.
- Ende der Verzögerungsstrecke des Rechtsabbiegestreifens ist nicht definiert.
- Konstruktion des Fahrbahnteilers (großer Tropfen) durch andere Parameter als in RVS, - jedoch können die Grenzwerte eingehalten werden.
- Dreiecksinsel verläuft nicht parallel zur Fahrbahn des Rechtsabbiegestreifens und besitzt keinen umlaufenden Randstreifen.
- Radius des Fahrflächenrandes zur Begrenzung des Fahrstreifens hinter der Dreiecksinsel ist von dieser abhängig.
- Knick des Fahrflächenrandes angrenzend zum Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn.

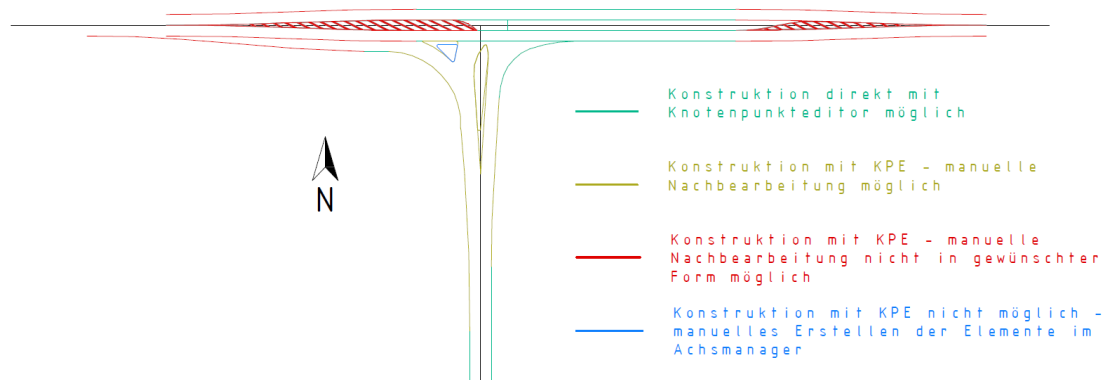


Abbildung 58 - Musterknoten 5 mit VESTRA

### 5.4.6 Tabellarische Zusammenfassung der Entwurfselemente 3-armiger Knotenpunkte und deren Umsetzbarkeit mit VESTRA

In nachfolgender Tabelle wurden alle Entwurfselemente, die laut RVS 03.05.12 für plangleiche dreiarmlige Knotenpunkte verwendet werden, zusammengefasst. Sie stellt eine Übersicht dar, welchen Umsetzungsklassen die jeweiligen Elemente bei der Konstruktion mit VESTRA zugeordnet werden konnten. Die Grundfunktionen von AutoCAD wurden weder zur Konstruktion noch zur Nachbearbeitung eingesetzt.

**Tabelle 14 - Bewertung der Konstruktion dreiarmliger Knotenpunkte – Teil 1**

Entwurfselement	Teilelement	Parameter	Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager				
			Musterknoten 1	Musterknoten 2	Musterknoten 3	Musterknoten 4	Musterknoten 5
durchgehende Fahrstreifen		Breite					
		Fahrflächenverbreiterung					
Linksabbiegestreifen	Fahrstreifenwechselstrecke	Verziehung					
		Länge					
		Ausrundungsradius Fahrflächenränder					
	Verzögerungsstrecke	Breite					
		Länge					
	Aufstellstrecke	Breite					
		Länge					
Rechtsabbiegestreifen							
	Fahrstreifenwechselstrecke	Länge					
		Verziehung					
	Verzögerungsstrecke	Länge					
		Breite					
	Aufstellstrecke	Länge					
	Breite						
Linkseinbiegestreifen							
Rechtseinbiegestreifen	Einfahrtsstrecke	Länge					
		Breite					
	Manöverstrecke	Länge					
		Breite					
	Verziehungsstrecke	Verziehung					

**Tabelle 15 - Bewertung der Konstruktion dreiarmer Knotenpunkte – Teil 2**

Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich	Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich	Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich	Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager				
			Musterknoten 1	Musterknoten 2	Musterknoten 3	Musterknoten 4	Musterknoten 5
Entwurfselement	Teilelement	Parameter					
<b>Fahrbahnteiler allgemein</b>	Bereich von Verkehrszeichen	Breite					
	Spitzen	Radius					
<b>Fahrbahnteiler untergeordnet</b>	beidseitige Begrenzung des Fahrstreifens durch Bordstein	Breite Fahrstreifen					
	maximale Breite Fahrbahnteiler	Breite					
	Gesamtlänge Fahrbahnteiler	Länge					
	abgerundetes vorderes Ende	Abstand Fahrflächenrand durchgehende Straße					
	Ränder des Fahrbahnteilers						
	Fahrstreifen von Ein- und Ausfahrten	Breite					
<b>Fahrbahnteiler übergeordnet</b>	- nur in Straßenabschnitten mit Höchstgeschwindigkeit bis 80 km/h zulässig						
<b>Fahrbahnteiler als Einleitung eines Linksabbiegestreifens</b>		Abstand zur Haltelinie					
		Länge					
		Breite					
		Ausrundungsradien					
<b>Fahrbahnteiler gegenüber eines Linksabbiegestreifens</b>	Gesamtlänge	Länge					
	verbleibende Fahrstreifen	Breite (zwischen äußerem Fahrflächenrand und Bordstein des Fahrbahnteilers)					
<b>Dreiecksinseln</b>	Fahrstreifen	Breite					
	angrenzender Randstreifen	Breite					
	Randstreifen der übergeordneten Fahrbahn im Bereich der Dreiecksinsel	Breite					
	Spitzen	Radius					
	Insel	Fläche					
<b>Fahrflächenränder</b>	Außenränder im Knotenbereich	Mindestwendekreis					
	Bogeninnenränder	Mindestwendekreis					
		Eckausrundung					

## 5.5 4-armige Knotenpunkte

Die folgenden Knotenpunkte besitzen kompliziertere Geometrien als die vorangegangenen dreiarmligen Knoten. Die Grundstruktur jedes dieser Knotenpunkte wurde mit dem Knotenpunkteditor erstellt. Sie weisen allerdings durchwegs asymmetrische Elemente auf, und konnten deshalb nicht ausschließlich mit den Grundfunktionen des Knotenpunkteditors konstruiert werden. Es mussten also bei jedem der vierarmigen Knotenpunkte Elemente mit Hilfe des Achsmanagers erstellt oder zumindest nachbearbeitet werden, um die Musterknoten in gewünschter Form nachbilden zu können.

### 5.5.1 MK 6 – Knotenpunkt mit unterschiedlichen Verkehrsbelastungen der untergeordneten Knotenpunktarme

Dieser 4-armige Knotenpunkt wurde, aufgrund der Annahme unterschiedlicher Verkehrsbelastungen der beiden untergeordneten Knotenpunktarme, asymmetrisch gestaltet. Auf der übergeordneten Fahrbahn wurden in beide Richtungen Linksabbiegestreifen angeordnet, die jedoch verschiedene Längen aufweisen, da für die fiktiven Abbiegeströme unterschiedliche Verkehrsstärken angenommen wurden.

Es wurde angenommen, dass der südliche Knotenpunktarm stärker befahren wird, als der nördliche. Deshalb wurden hier ein Rechtsabbiegestreifen und ein Rechtseinbiegestreifen, jeweils mit Dreiecksinsel, sowie ein Fahrbahnteiler angeordnet. Am nördlichen Arm hingegen, wurde auf Rechtsabbiegespur und Rechtseinbiegespur verzichtet und lediglich ein Fahrbahnteiler angeordnet, der jedoch kleiner ist als jener am südlichen Arm.

#### Durchgehende Fahrstreifen

Die durchgehenden Fahrstreifen haben eine konstante Breite von 3,50m. Der südliche Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wurde als Achsparallele des Linksabbiegestreifens erstellt, beim nördlichen wurden zu den Achsen für Abbieger und Einbieger zusätzliche Korrespondenz- und Pufferelemente hinzugefügt.

#### Linksabbiegestreifen

Mit dem Knotenpunkteditor wurden in beide Richtungen Linksabbiegestreifen mit einer Fahrstreifenwechselstrecke von 82,5m Länge erstellt. Auch hier wird, wie bei den dreiarmligen Knotenpunkten, die Verziehung mit jeweils einem Radienpaar und Zwischengerade erstellt. Es ergeben sich wieder Ausrundungsradien der Fahrflächenränder von 968m bzw. 979m, womit der Mindestradius nach RVS 03.05.12 eingehalten ist, jedoch nicht die Vorgaben der Musterknoten erreicht werden.

Die Verzögerungs- und Aufstellstrecken wurden symmetrisch mit Längen von 55,0m und 40,0m erstellt. Für den kürzeren westlichen Linksabbiegestreifen wurden diese nachträglich im Achsmanager bearbeitet, um die gewünschte Gesamtlänge zu erreichen.

Die beiden Wartelinien sind mit gleichem Abstand von 8,00m zum Schnittpunkt der Straßenachsen angeordnet und müssen nicht nachbearbeitet werden.

### **Rechtsabbiegestreifen**

Die Konstruktion erfolgt identisch mit jener bei Musterknoten 5, wird jedoch automatisch für beide Fahrtrichtungen durchgeführt. Die Elemente dieser Achsen mussten wiederum nachbearbeitet werden, wobei jene des nördlichen Rechtsabbiegestreifens entfernt wurden, sodass nur der durchgehende Fahrstreifen übrig blieb. Beim südlichen Rechtsabbiegestreifen wurde die Länge der Verzögerungsstrecke, die bis zum Beginn des Kreisbogens zum Anschluss der untergeordneten Straße reicht, auf 20,0m angepasst.

### **Rechtseinbiegestreifen**

Auch diese Konstruktion erfolgte für beide Fahrtrichtungen symmetrisch, ansonsten jedoch gleich wie bei Musterknoten 4. Es wurden wieder die Achselemente des nördlichen Rechtseinbiegestreifens entfernt und jene des südlichen dermaßen geändert, dass die Summe aus Einfahrt- und Manöverstrecke, ab der Spitze der Dreiecksinsel gemessen, eine Länge von 170m aufweist.

### **Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße**

Als Ausgangspunkt wurden die Fahrbahnteiler mit den Grundabmessungen des südlichen erstellt, die jenen von Musterknoten 4 und Musterknoten 5 entsprechen. Im Achsmanager wurden die Komplexelemente, aus denen sie gebildet werden, so geändert, dass eine gute Übereinstimmung mit den Fahrbahnteilern des Musterknotens erzielt werden konnte. Auch der Abstand zur übergeordneten Fahrbahn von jeweils 2,00m konnte erreicht werden.

### **Dreiecksinseln**

Die Randstreifen der beiden Dreiecksinseln wurden wieder als Knotenpunktelemente „Dreiecksinsel Sperrfläche rechts der übergeordneten Achse“ mit dem Achsmanager erstellt. Die Fahrstreifenbreiten von Rechtsabbiege- und Rechtseinbiegestreifen werden im Bereich der Dreiecksinsel in einem Abstand von 5,00m vom Fahrbahnrand durch den Randstreifen dieser begrenzt.

Die Bordsteinlinien wurden mit dem gleichen Knotenpunktelement, in den jeweils erforderlichen Abständen, parallel zum Randstreifen erstellt.

### **Fahrflächenränder**

Alle vier Ausrundungen der Fahrflächenränder wurden ursprünglich als Kreisbögen mit einem Radius von 30,0m konstruiert, um zu vermeiden, dass der gesamte Rechtsabbiege- und Rechtseinbiegestreifen am südlichen Knotenpunktarm verschoben werden müssen. Die beiden südlichen Fahrflächenränder konnten deshalb ohne Nachbearbeitung in dieser Form belassen werden. Bei den Ausrundungen der nördlichen Fahrflächenränder konnten die Pufferelemente, die als Kreisbögen ausgebildet waren, in Korbbögen mit den Radienfolgen 24,0m :12,0m :36,0m umgewandelt werden.

### Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA

- Die Asymmetrie der beiden untergeordneten Knotenpunktsarme kann nur durch manuelle Bearbeitung der Elementachsen erreicht werden.
- Gegenüberliegende Linksabbiegestreifen können nicht mit unterschiedlichen Längen erstellt werden.
- Die Fahrflächenränder der übergeordneten Fahrbahn können auch durch manuelle Nachbearbeitung im Achsmanager nur sehr schwierig mit einem Ausradius von 500m und einer Verziehung im Verhältnis 1:40 ausgebildet werden.
- Die Sperrflächen am Beginn der Verziehung der Linksabbiegestreifen können nicht entfernt werden.
- Einfahrtstrecke des Rechtseinbiegestreifens endet mit Ausrundung des Fahrflächenrandes.
- Die Konstruktion der Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn erfolgt über andere Parameter als in der RVS - jedoch können die Grenzwerte eingehalten werden.
- Es kann zwischen Rechtseinbiegestreifen und durchgehendem Fahrstreifen keine Dreiecksinsel automatisiert erstellt werden.

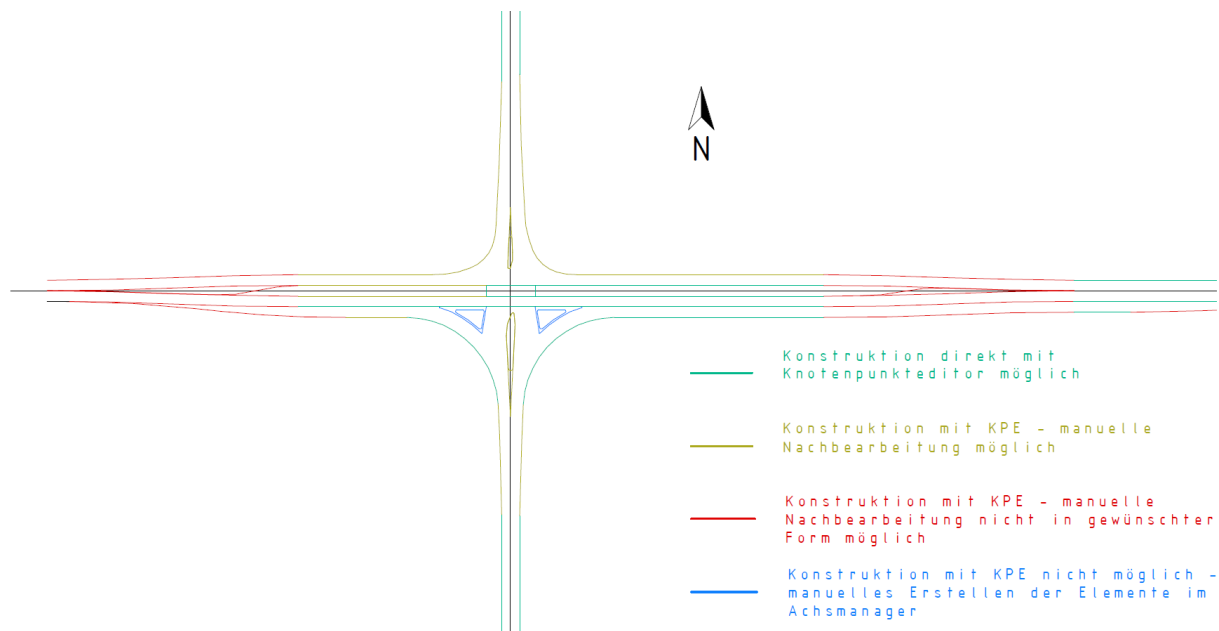


Abbildung 59 - Musterknoten 6 mit VESTRA

## 5.5.2 MK 7 – Knotenpunkt mit Linksabbiegeverbot in eine Fahrtrichtung

Bei diesem Knotenpunkt sind die beiden untergeordneten Knotenpunktarme symmetrisch gestaltet, jedoch darf in den nördlichen Arm aus Richtung Westen kommend nicht abgebogen werden. Zur Verdeutlichung dieses Verbots wurde in der übergeordneten Fahrbahn ein Fahrbahnteiler in der westlichen Zufahrt angeordnet. Auch zur Einleitung des verbliebenen Linksabbiegestreifens wurde ein Fahrbahnteiler angeordnet.

### Durchgehende Fahrstreifen

Es wurden an allen Fahrflächenrändern zusätzliche Achselemente hinzugefügt, um die durchgehenden Fahrstreifen zu konstruieren. Die Fahrflächenränder wurden mit Radien von 500m ausgerundet, wodurch jedoch die die Längen der Verziehungen verändert wurde.

### Linksabbiegestreifen

Wie bei Musterknoten 6, wurden in beide Richtungen Linksabbiegestreifen mit einer Fahrstreifenwechselstrecke von 82,5m Länge erstellt.

Verzögerungs- und Aufstellstrecken wurden mit Längen von 40,0m und 20,0m erstellt. Die Wartelinien wurden in einem Abstand von 7,00m vom Schnittpunkt der beiden Straßenachsen platziert.

Darauf folgend wurde die westliche Seite im Achsmanager bearbeitet, sodass die Gegenverziehung bis an das Ende des Korbbogens der nördlichen Einmündung verschoben wurde. Auf dieser Seite wurde auch die Wartelinie, die durch eine eigene Elementachse konstruiert ist, aus dem Achsmanager entfernt.

### Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße

Die Fahrbahnteiler wurden identisch mit jenen in Musterknoten 6 mit dem Knotenpunkteditor erstellt. Es wurden wiederum im Achsmanager die Komplexelemente verändert, um die Fahrbahnteiler des Musterknotens möglichst genau nachzubilden.

### Fahrflächenränder

Die Korbbögen wurden auf der Abbiegerseite mit Radien von 24,0m : 12,0m : 36,0m und Einbiegerseite mit 28,0m : 14,0m : 42,0m mit dem Knotenpunkteditor konstruiert.

Da diese an der nördlichen Knotenpunktzufahrt genau umgekehrt angeordnet sind, war es vonnöten diese mit im Achsmanager nachzubearbeiten. Es mussten lediglich bei dem Pufferelemente, aus dem jeder der Korbbögen gebildet wird die Größen der Radien geändert werden, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten.

### Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA

- Eine Sperrfläche oder ein Fahrbahnteiler gegenüber eines Linksabbiegestreifens kann bei vierarmigen Knotenpunkten nur manuell erstellt werden.
- Es ist nur durch manuelle Konstruktion von Elementachsen möglich Fahrbahnteiler in der übergeordneten Fahrbahn zu erstellen.
- Die Fahrflächenränder der übergeordneten Fahrbahn können auch durch manuelle Nachbearbeitung im Achsmanager nur sehr schwierig mit einem Ausradius von 500m und einer Verziehung im Verhältnis 1:40 ausgebildet werden.
- Die Sperrflächen am Beginn der Verziehung der Linksabbiegestreifen können nicht entfernt werden.
- Die Konstruktion der Fahrbahnteiler (kleine Tropfen) durch andere Parameter als in der RVS - jedoch können die Grenzwerte eingehalten werden.

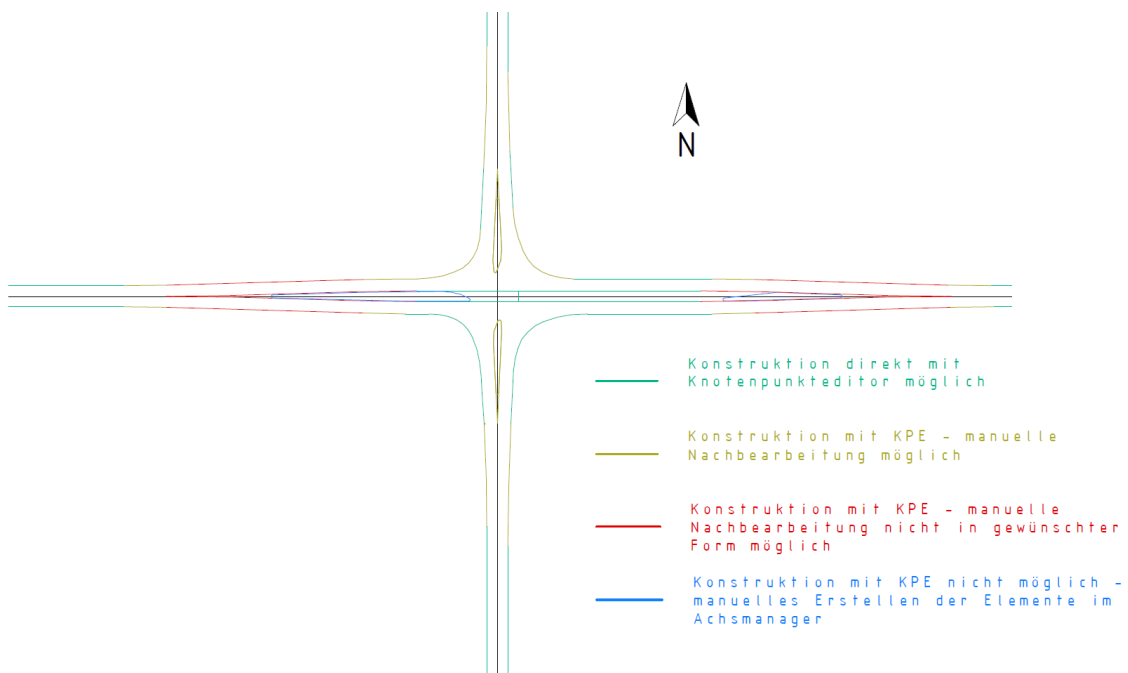


Abbildung 60 - Musterknoten 7 mit VESTRA



### 5.5.3 MK 8 – VLSA-geregelter Knotenpunkt

Die übergeordnete Fahrbahn besteht aus jeweils zwei durchgehenden Fahrstreifen je Fahrtrichtung und wurde bei diesem Knotenpunkt in Nord-Süd-Richtung geführt. Es gibt Linksabbiegestreifen mit gleicher Geometrie in beide Richtungen. Von Norden kommend, werden Rechtsabbieger hinter einer Dreiecksinsel in die untergeordnete Fahrbahn geführt, von Süden her direkt vom rechten durchgehenden Fahrstreifen. Auch in den untergeordneten Knotenpunktzufahrten weitet sich die Fahrbahn zu einem Fahrstreifen für Linkseinbieger und einem für geradeaus fahrende und rechts einbiegende Fahrzeuge auf.

#### **durchgehende Fahrstreifen**

Im Knotenpunkteditor wurde als Fahrstreifenbreite der durchgehenden Fahrstreifen der Wert von 6,00m gewählt. Die beiden an die Linksabbiegestreifen angrenzenden Fahrstreifen wurden mit Hilfe von Achsparallelen zu diesen erstellt. Bei den äußeren Fahrstreifen hingegen, wurden, im Achsmanager, an die Elementfolge der Eckausrundungen weitere Achselemente hinzugefügt.

#### **Linksabbiegestreifen**

Die beiden Linksabbiegestreifen haben identische Abmessungen und konnten auf gleiche Weise mit dem Knotenpunkteditor erstellt werden, wie bei allen anderen Knotenpunkten.

#### **Fahrbahnteiler in der untergeordneten Straße**

Die Fahrbahnteiler wurden ebenfalls gleich erstellt, wie bei den vorherigen Musterknoten. Sie wurden allerdings im Achsmanager nachbearbeitet, um die gleichen Abmessungen wie beim Musterknoten zu erhalten. Das Spezielle in diesem Fall ist, dass ihre Enden nicht in der Achse der untergeordneten Straße, sondern versetzt liegen. Dadurch wird erreicht, dass auf der untergeordneten Fahrbahn geradeaus fahrende Fahrzeuge nahezu ohne Ablenkung geleitet werden und der Fahrstreifen der Linksabbieger gegenüber dem Fahrbahnteiler endet.

#### **Dreiecksinsel**

Die Konstruktion der Dreiecksinsel erfolgt von der Konstruktionsweise her wieder wie bei Musterknoten 4 und Musterknoten 6, indem zusätzliche Entwurfs Elemente mit Hilfe des Achsmanagers eingefügt werden.

#### **Fahrflächenränder**

Die Ausrundungen der Fahrflächenränder wurden mit dem Knotenpunkteditor als dreiteilige Korbbögen mit den Radienfolgen 20,0m : 10,0m : 30,0m erstellt. Die Ausrundung im Nordwesten wurde vor der Konstruktion der Dreiecksinsel zu einem Kreisbogen mit Radius 40,5m geändert.

In der untergeordneten Fahrbahn wurden die Fahrflächenränder der Knotenpunktzufahrten in einem Abstand von 6,00m vom Fahrbahnteiler mit dem Knotenpunkteditor erstellt, um die Fahrstreifenbreite von 3,00m je Fahrstreifen zu erreichen. Sie mussten manuell nachbearbeitet werden, um die Verziehung von zwei zu einem Fahrstreifen zu erreichen. Dabei konnte die gewünschte Länge des Fahrstreifens für die Linkseinbieger nicht erreicht werden.

### Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA

- Die Fahrflächenränder der übergeordneten Fahrbahn können auch durch manuelle Nachbearbeitung im Achsmanager nur sehr schwierig mit einem Ausradius von 500m und einer Verziehung im Verhältnis 1:40 ausgebildet werden.
- Die Länge der Fahrstreifenverbreiterung in der untergeordneten Fahrbahn wird nicht erreicht.
- Die Konstruktion von Fußgängerübergängen ist nicht möglich.
- Die Konstruktion von Haltelinien für VLSA ist nicht möglich.
- Die Sperrflächen am Beginn der Verziehung der Linksabbiegestreifen können nicht entfernt werden.
- Die Fahrbahnteiler in der untergeordneten Fahrbahn mussten nachbearbeitet werden, um einen Versatz zu erreichen.
- Die Dreiecksinsel musste manuell aus Elementachsen konstruiert werden.

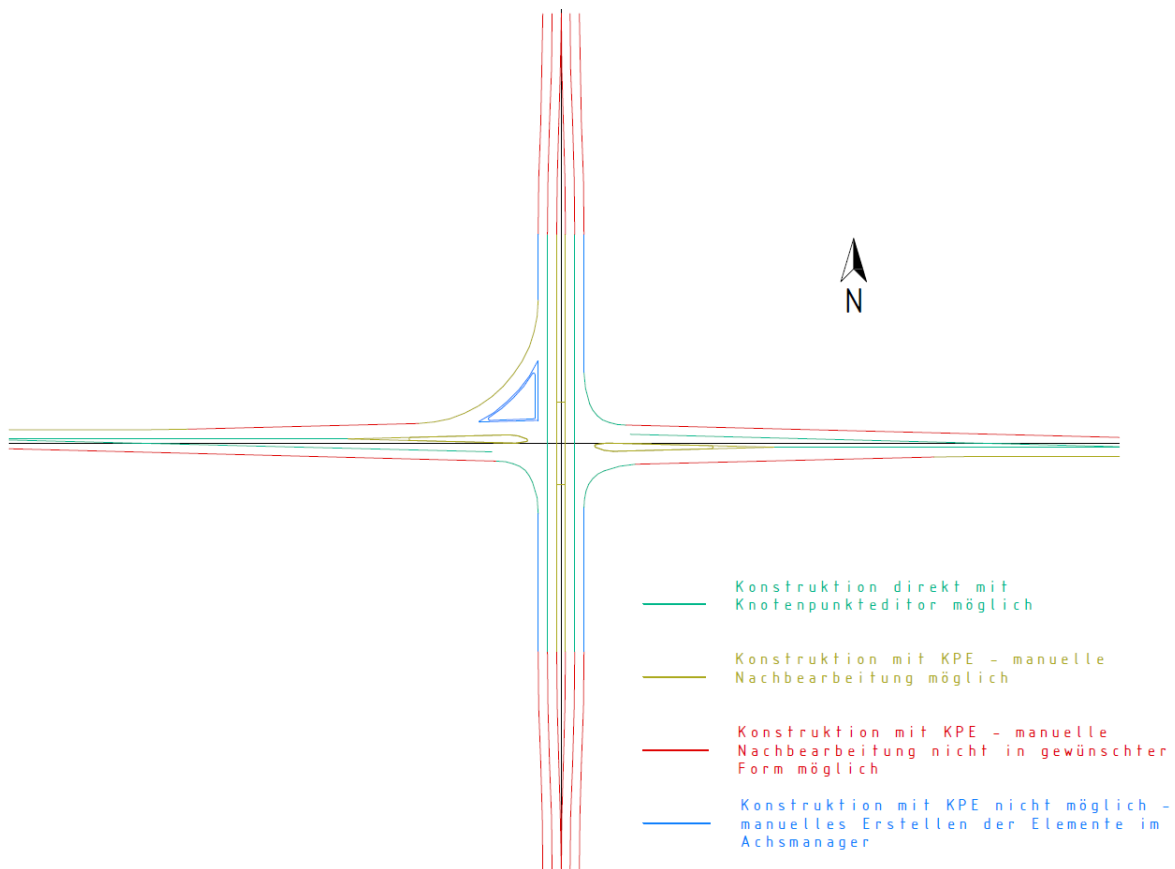


Abbildung 61 - Musterknoten 8 mit VESTRA

### 5.5.4 Tabellarische Zusammenfassung der Entwurfselemente 4-armiger Knotenpunkte und deren Umsetzbarkeit mit VESTRA

In nachfolgender Tabelle wurden alle Entwurfselemente, die laut RVS 03.05.12 für plangleiche vierarmige Knotenpunkte verwendet werden, zusammengefasst. Aufgrund der Asymmetrie wurden hier jeweils der westliche mit dem südlichen (W/S) und der östliche mit dem nördlichen (O/N) Knotenpunktarm zusammengefasst.

**Tabelle 16 - Bewertung der Konstruktion vierarmiger Knotenpunkte – Teil 1**

Entwurfselement	Teilelement	Parameter	Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager					
			Musterknoten 6		Musterknoten 7		Musterknoten 9	
			W/S	O/N			W/S	O/N
durchgehende Fahrstreifen		Breite						
		Fahrflächenverbreiterung						
Linksabbiegestreifen		Verziehung						
		Länge						
		Ausrundungsradius Fahrflächenränder						
		Breite						
		Länge						
		Breite						
		Länge						
Rechtsabbiegestreifen		Länge						
		Verziehung						
		Länge						
		Breite						
		Länge						
		Breite						
Linkseinbiegestreifen	nur in begründeten Sonderfällen anzuordnen							
Rechtseinbiegestreifen		Länge						
		Breite						
		Länge						
		Breite						
		Verziehung						

**Tabelle 17 - Bewertung der Konstruktion vierarmiger Knotenpunkte – Teil 2**

Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich	Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich	Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich	Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager				
Entwurfselement	Teilelement	Parameter	Musterknoten 6		Musterknoten 7	Musterknoten 8	
			W/S	O/N		W/S	O/N
Fahrbahnteiler allgemein	Bereich von Verkehrszeichen	Breite					
	Spitzen	Radius					
Fahrbahnteiler untergeordnet	beidseitige Begrenzung des Fahrstreifens durch Bordstein	Breite Fahrstreifen					
	maximale Breite Fahrbahnteiler	Breite					
	Gesamtlänge Fahrbahnteiler	Länge					
	abgerundetes vorderes Ende	Abstand Fahrflächenrand durchgehende Straße					
	Ränder des Fahrbahnteilers						
	Fahrstreifen von Ein- und Ausfahrten	Breite					
Fahrbahnteiler übergeordnet	- nur in Straßenabschnitten mit Höchstgeschwindigkeit bis 80 km/h zulässig						
Fahrbahnteiler als Einleitung eines Linksabbiegestreifens		Abstand zur Haltelinie					
		Länge					
		Breite					
		Ausrundungsradien					
Fahrbahnteiler gegenüber eines Linksabbiegestreifens	Gesamtlänge	Länge					
	verbleibende Fahrstreifen	Breite (zwischen äußerem Fahrflächenrand und Bordstein des Fahrbahnteilers)					
Dreiecksinseln	Fahrstreifen	Breite					
	angrenzender Randstreifen	Breite					
	Randstreifen der übergeordneten Fahrbahn im Bereich der Dreiecksinsel	Breite					
	Spitzen	Radius					
	Insel	Fläche					
Fahrflächenränder	Außenränder im Knotenbereich	Mindestwendekreis					
	Bogeninnenränder	Mindestwendekreis					
		Eckausrundung					

## 5.6 Kreisverkehre

Für die Erstellung von Kreisverkehren bietet VESTRA einen weiteren Knotenpunkteditor, der ausschließlich für die Konstruktion deren Elemente ausgelegt ist. Es müssen zwei sich schneidende Straßenachsen gewählt werden um deren Schnittpunkt dann der Kreisverkehrsplatz gestaltet werden kann. Zuerst wird der Durchmesser und die Breite der Kreisfahrbahn definiert und anschließend kann jeder Arm des Kreisverkehrs separat konstruiert werden.

### 5.6.1 MK 9 – kleiner Kreisverkehr, Durchmesser 26m

Dieser Kreisverkehr stellt mit vier gleichmäßig verteilten Armen den einfachsten Fall eines solchen dar. Lediglich in den Ausfahrten wurden befestigte Flächen zur Verbreiterung der Fahrbahn angeordnet, was über die Mindestanforderungen hinausgeht.

Es gibt mit dem Knotenpunkteditor von VESTRA drei verschiedene Möglichkeiten einen f

#### **Einfahrten**

Alle Einfahrten konnten mit der gewünschten Fahrflächenbreite von 4,00m konstruiert werden. Um die exakte Form der Einfahrten des Musterknotens zu erreichen, müssten diese manuell im Achsmanager nachbearbeitet werden. Es gibt jedoch laut RVS 03.05.14 keine Grenzwerte die nicht eingehalten wurden.

#### **Ausfahrten**

Bei der Ausfahrt des westlichen Kreisverkehrsarmes tritt aufgrund der geringen Abmessungen des Kreisverkehrs ein Knick auf, der manuell entfernt werden müsste. Außerdem konnten bei der Konstruktion der nördlichen und östlichen Ausfahrt keine Radien gewählt werden. Ansonsten gilt dasselbe wie für die Einfahrten.

#### **Kreisfahrbahn und Mittelinsel**

Die Kreisfahrbahn konnte mit einem Außendurchmesser von 26,0m und einer Breite von 9,00m problemlos konstruiert werden. Die Konstruktion einer befestigten Fläche außerhalb der Kreisfahrbahn ist jedoch mit VESTRA nicht möglich.

#### **Fahrbahnteiler**

Die Fahrbahnteiler des nördlichen und östlichen Kreisverkehrsarmes entsprechen exakt den Abmessungen des Musterknotens. Die beiden anderen werden auf verschiedene Weise konstruiert und haben dadurch eine andere Formgebung. Die Grenzwerte der RVS 03.05.14 werden aber auch bei diesen beiden Fahrbahnteilern eingehalten.

### Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA

- Die Fahrflächenränder der Ein- und Ausfahrten haben nicht exakt die gleiche Geometrie wie jene des Musterknotens, können jedoch im Achsmanager nachbearbeitet werden.

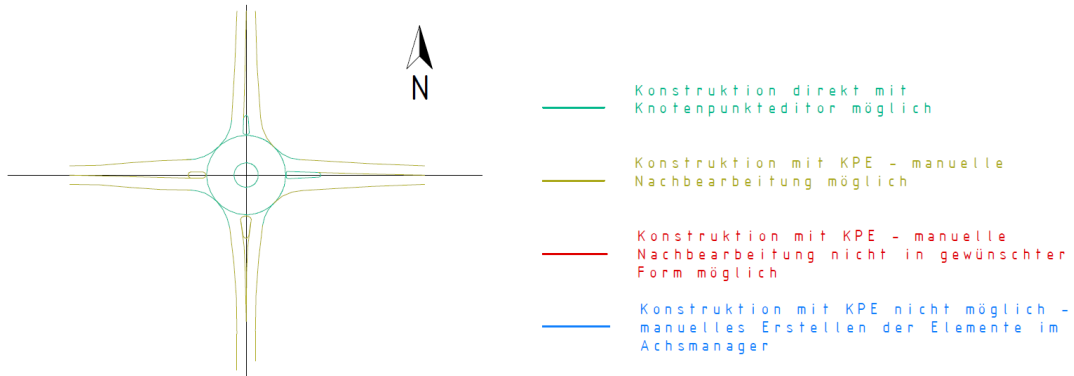


Abbildung 62 - Musterknoten 9 mit VESTRA

### 5.6.2 MK 10 – Kreisverkehr mit Bypässen, Durchmesser 38m

Dieser Kreisverkehr liegt an Straßen mit höherer Verkehrsbedeutung und wurde deshalb mit Bypässen an drei Kreisverkehrsarmen ausgestattet. Außerdem werden alle vier einmündenden Straßen von Radwegen begleitet, die miteinander durch Querungen der Fahrflächen des Kreisverkehrs verbunden sind.

Bei diesem Kreisverkehr wurden alle Arme, mit Ausnahme der Bypässe mit der ersten von VESTRA angebotenen Methode konstruiert, der Musterknoten mit dieser am besten nachgebildet werden kann.

#### Einfahrten und Ausfahrten

Die Ein- und Ausfahrten wurden unterschiedlichen Radien erstellt, was eigentlich kein Problem darstellen sollte, da jeder Kreisverkehrsarm einzeln konstruiert wird. Jedoch können bei der gewählten Methode der Erstellung der Kreisverkehrsarme keine Werte für diese Radien angegeben werden. Deshalb mussten sie manuell im Achsmanager nachbearbeitet werden.

Die Fahrstreifenbreiten konnten jedoch eingehalten werden.

#### Kreisfahrbahn und Mittelinsel

Die Kreisfahrbahn konnte mit einer Breite von 6,50m und einem Außendurchmesser von 36,0m ohne Schwierigkeiten konstruiert werden.

#### Fahrbahnteiler

Die Fahrbahnteiler konnten auch bei diesem Knotenpunkt exakt gleich wie jene Musterknotens erstellt werden.

## Bypässe

Die Bypässe wurden zusätzlich zum Grundkonstrukt des Kreisverkehrs mit Hilfe des Achsmanagers erstellt. Hier ist es möglich ein Knotenpunktelement „Rechtsabbiegestreifen“ zu konstruieren, was der Form eines Bypass entspricht.

Vom westlichen Knotenpunktarm weg, beginnt der Bypass mit einer Ausfahrlücke, deren Position über den Radius von 60,0m definiert wird. Für den anschließenden Rechtseinbiegestreifen müssen zusätzliche Achselemente für Einfahrt- und Manöverstrecke sowie Verziehung eingefügt werden. Zuerst müssen jedoch die Stationen der Korrespondenzachse, an denen sich das Ende der Manöverstrecke und der Verziehung befinden, ermittelt werden. Jener Fahrflächenrand, der den Fahrbahnteiler zum Kreisverkehr hin begrenzt, wird mit einer zusätzlichen Elementachse aus zwei Korrespondenzelementen und einem Pufferelement konstruiert.

Der zweite Bypass wird identisch erstellt, mit dem Unterschied, dass er durch einen „echten“ Rechtsabbiegestreifen eingeleitet wird, dessen Stationen ebenfalls nachbearbeitet werden müssen.

## Probleme bei der Konstruktion mit VESTRA

- Je nach Konstruktionsart der Fahrbahnteiler, sind entweder diese oder die Ausrundungsradien von Ein- und Ausfahrten nicht wie gewünscht definierbar.
- Die Bypässe müssen manuell erstellt werden.
- Radfahrerquerungen können nicht erstellt werden.

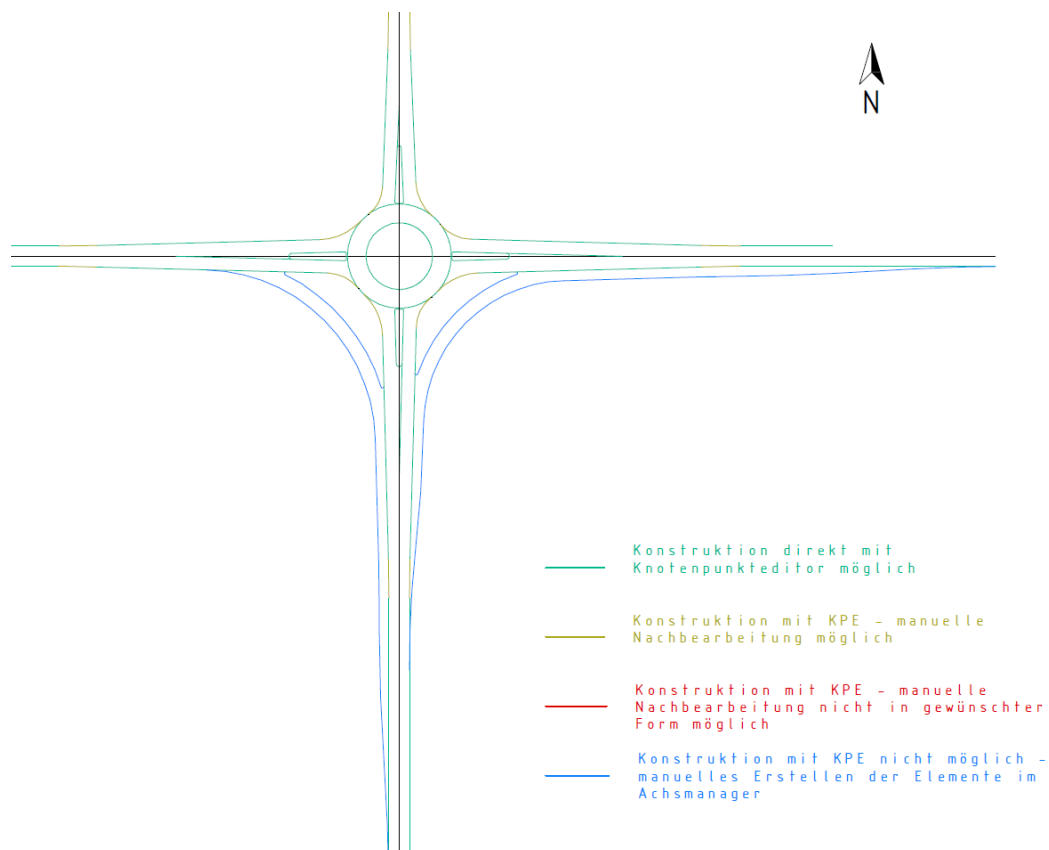


Abbildung 63 - Musterknoten 10 mit VESTRA

### 5.6.3 Tabellarische Zusammenfassung der Entwurfselemente von Kreisverkehren und deren Umsetzbarkeit mit VESTRA

In nachfolgender Tabelle wurden alle Entwurfselemente, die laut RVS 03.05.14 für Kreisverkehre verwendet werden, zusammengefasst. Sie stellt eine Übersicht dar, welche Elemente mit VESTRA auf welche Art und Weise konstruiert werden konnten, ohne sie mit den Grundfunktionen von AutoCAD nachzubearbeiten. Mit O, N, W und S wurden die einzelnen Kreisverkehrsarme nach ihren Himmelsrichtungen eingeteilt.

**Tabelle 18 - Bewertung der Konstruktion von Kreisverkehren**

Entwurfselement	Teilelement	Parameter	Konstruktion mit KPE							
			MK9				MK10			
			O	N	W	S	O	N	W	S
Kreisverkehr allgemein		Außendurchmesser (möglich)								
		Außendurchmesser (günstig)								
		Länge des Außenbogens zwischen Achsen aufeinander folgender Kreisverkehrsarme								
Einfahrten	Bereich Fahrbahnteiler	Breite								
	Übergang zu Kreisfahrbahn	Radius								
Ausfahrten	Bereich Fahrbahnteiler	Breite								
	Übergang zu Kreisfahrbahn	Radius								
Kreisfahrbahn		Breite								
	befestigte Fläche außerhalb der Kreisfahrbahn	Breite								
		Breite an der Kreisfahrbahn								
		Breite an der abgerundeten Spitze								
Fahrbahnteiler		Abstand des Fahrbahnteilers zum Außenrand der Kreisfahrbahn								
	Querungsstellen für Fußgänger und Radfahrer	Breite im Bereich von Querungsstellen								
		Abstand vom Außenrand der Kreisfahrbahn								
		Fahrbahnbreite								
Bypass	Rechtsabbiegestreifen	Verzögerungsstrecke								
		Fahrstreifenwechselstrecke								
	Rechtseinbiegestreifen	Einfahrts- und Manöverstrecke								
		Verziehung								
	Fahrbahnteiler	Abstand Bypass zur Kreisfahrbahn								
Abstand Spitze zur Kreisfahrbahn (Einfahrt und Ausfahrt)										



## 6 Zusammenfassung

Als Grundlage für die Durchführung der Arbeit wurde ein Vergleich zwischen den einschlägigen Richtlinien für die Konstruktion von plangleichen Knotenpunkten innerhalb des deutschsprachigen Raumes angestellt. Dazu wurden die Richtlinien aus Österreich, Deutschland und der Schweiz herangezogen, wobei das Hauptaugenmerk auf die Unterschiede zwischen österreichischen (RVS) und deutschen (RAL, RASt) Richtlinien gelegt wurde. Es zeigte sich, dass die Richtlinien im Hinblick auf deren Struktur stark unterschiedlich aufgebaut sind. Der Entwurf von plangleichen Knotenpunkten nach RVS bietet relativ viele Freiheiten betreffend der Zusammensetzung der Entwurfselemente und teilweise auch der Formgebung dieser. Die RAL hingegen schreibt exakt vor, in welcher Zusammensetzung und mit welchen Abmessungen die Entwurfselemente, in Abhängigkeit von den Entwurfsklassen der zusammentreffenden Straßen, anzuordnen sind.

Durch die Klassifikation der Vorgaben des FSV bezüglich plangleicher Knotenpunkte wurde eine übersichtliche Struktur geschaffen. Die Einteilung erfolgte in die beiden Knotenpunktsarten drei- und vierarmige Knotenpunkte sowie Kreisverkehre. Die zugehörigen Entwurfselemente wurden der jeweiligen Knotenpunktsform zugeordnet und mit Parametern belegt, die wiederum innerhalb gegebener Grenzwerte liegen müssen. Da Entwurfselemente in mehrere Abschnitte eingeteilt sein können, wurden als zusätzliche Ebene die „Teilelemente“ eingeführt. Darauf basierend, konnten in weiterer Folge alle Bestandteile eines Knotenpunktes im Hinblick auf Umsetzung mit VESTRA beurteilt werden.

Unter Verwendung aller Elemente von Knotenpunkten, wurden zehn RVS-konforme Musterknoten konstruiert, die als Vorlage für die Umsetzung mit VESTRA dienten. Es ergaben sich fünf dreiarmige und drei vierarmige Musterknoten sowie zwei Kreisverkehre.

Das Kernthema der Arbeit war die automatisierte Nachbildung der Musterknoten mit Hilfe von VESTRA und die Feststellung der dabei auftretenden Probleme. Um eine klare Beurteilung der Knotenpunktelemente durchführen zu können, wurden vier sogenannte Umsetzungsklassen eingeführt. Diese wurden wie folgt definiert:

- Der Parameter wird nach Erstellen des Knotenpunkts mit dem Knotenpunkteditor mit dem gewünschten Wert dargestellt.
- Das Element wird mit dem Knotenpunkteditor erstellt, es müssen jedoch die Achselemente im Achsmanager nachbearbeitet werden, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten.
- Das Element kann im Knotenpunkteditor erstellt, jedoch nicht so nachbearbeitet werden, dass es die gewünschte Form erhält.
- Das Element kann nicht mit dem Knotenpunkteditor erstellt werden und muss manuell als Elementachse aus Korrespondenz- und Pufferelementen erstellt werden.

Bei der Überprüfung der einzelnen Elemente wurde festgestellt, dass vor allem bei einfachen Knotenpunktgeometrien eine gute Annäherung an die Musterknoten möglich ist. Bei komplexen Knotenpunkten, wie zum Beispiel einem Knotenpunkt mit mehrspurigen durchgehenden Fahrbahnen, konnte nur die Grundstruktur automatisiert erstellt werden. Durch eine anschließende manuelle Nachbearbeitung im Achsmanager von VESTRA konnten die gewünschten Geometrien erreicht werden.

Größere Probleme bei der Konstruktion ergaben sich bei folgenden Elementen:

- Die Fahrflächenränder im Bereich von Linksabbiegestreifen können nicht mit einem Mindestradius von 500m ausgerundet werden.
- Die Sperrflächen zur Einleitung von Linksabbiegestreifen wird immer automatisch erstellt.
- Zur Einleitung eines Rechtseinbiegestreifens kann keine Dreiecksinsel automatisiert erstellt werden – dies ist jedoch laut RVS 03.05.12 nur in Sonderfällen notwendig.
- Die Erstellung von Fahrbahnteilern in der übergeordneten Straße ist nicht möglich.
- Bypässe können nicht automatisiert erstellt werden.

Die deutschen Richtlinien geben einen präzisen Konstruktionsablauf für jedes Knotenpunktelement vor. Die geschieht mit Hilfe geometrisch genau definierter Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen und einer geringen Anzahl an Variablen. Dadurch kann nach einem Schema vorgegangen werden, welches innerhalb eines Computerprogramms abgearbeitet wird. Dazu müssen lediglich die Variablen innerhalb der Bestimmungen der Richtlinien eingegeben werden. Im Gegensatz dazu, sind in den österreichischen Richtlinien die Entwurfselemente größtenteils nur über Randbedingungen und nicht über einen genauen Konstruktionsvorgang definiert. Das bedeutet, dass der Konstruktionsvorgang eines Elements nicht im Zusammenhang mit der Einhaltung der RVS 03.05.12 (Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen) oder der RVS 03.05.14 (Plangleiche Knoten – Kreisverkehre) steht. Dadurch ist es nicht möglich bei der Konstruktion der Entwurfselemente eines Knotenpunktes nach einem bestimmten Schema vorzugehen.

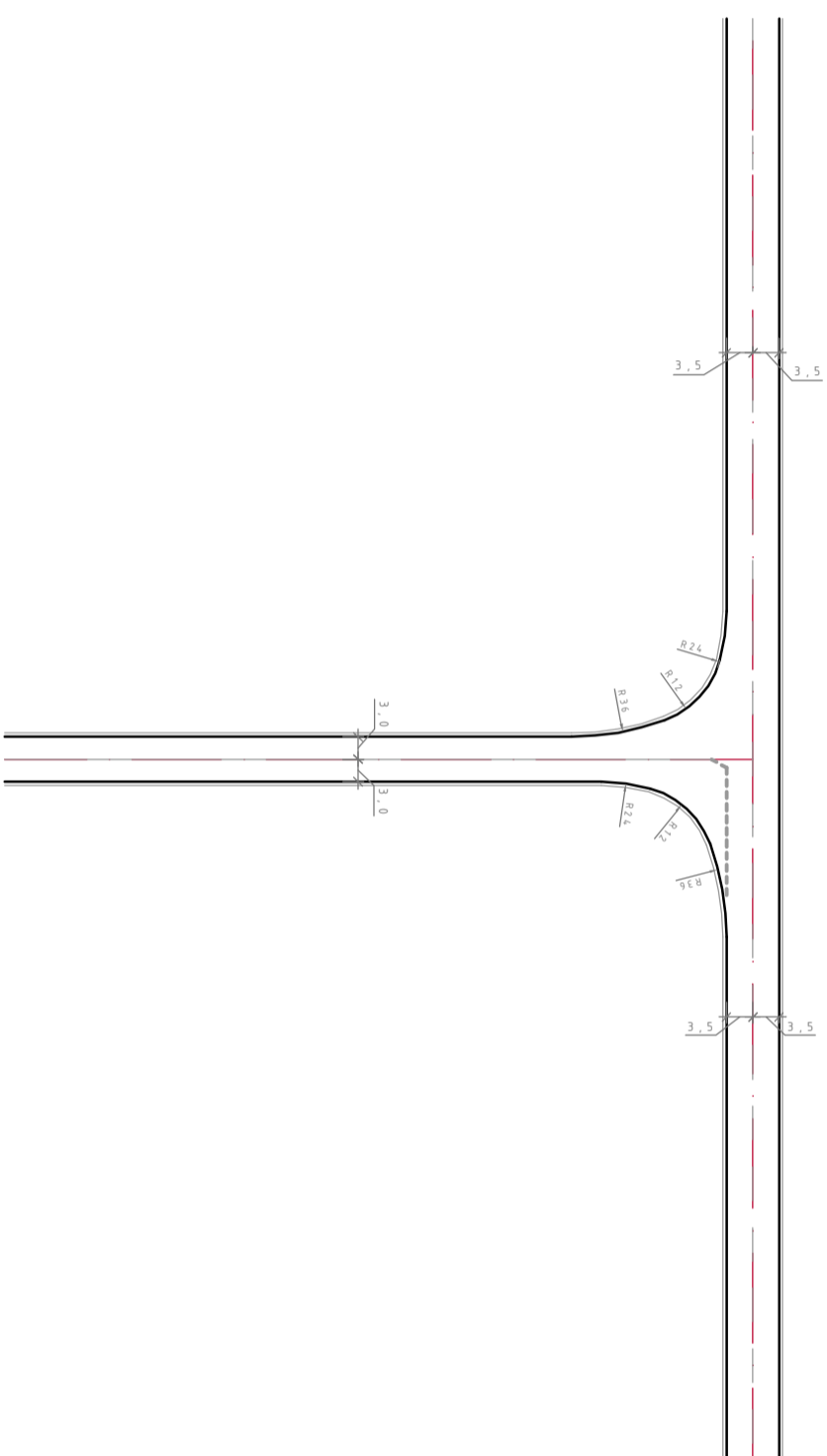
Es kann also bei der aktuellen Version von VESTRA weder ausgeschlossen noch sichergestellt werden, dass Knotenpunkte im Rahmen der österreichischen Richtlinien entworfen werden. Es wäre jedoch wünschenswert eine Richtlinienprüfung mit VESTRA durchführen zu können. Da durch den Konstruktionsvorgang an sich keine Überprüfung auf Einhaltung der österreichischen Richtlinien durchgeführt werden kann, würde eventuell die Möglichkeit bestehen, diese am fertig ausgestalteten Knotenpunkt mit Hilfe der Software durchzuführen.

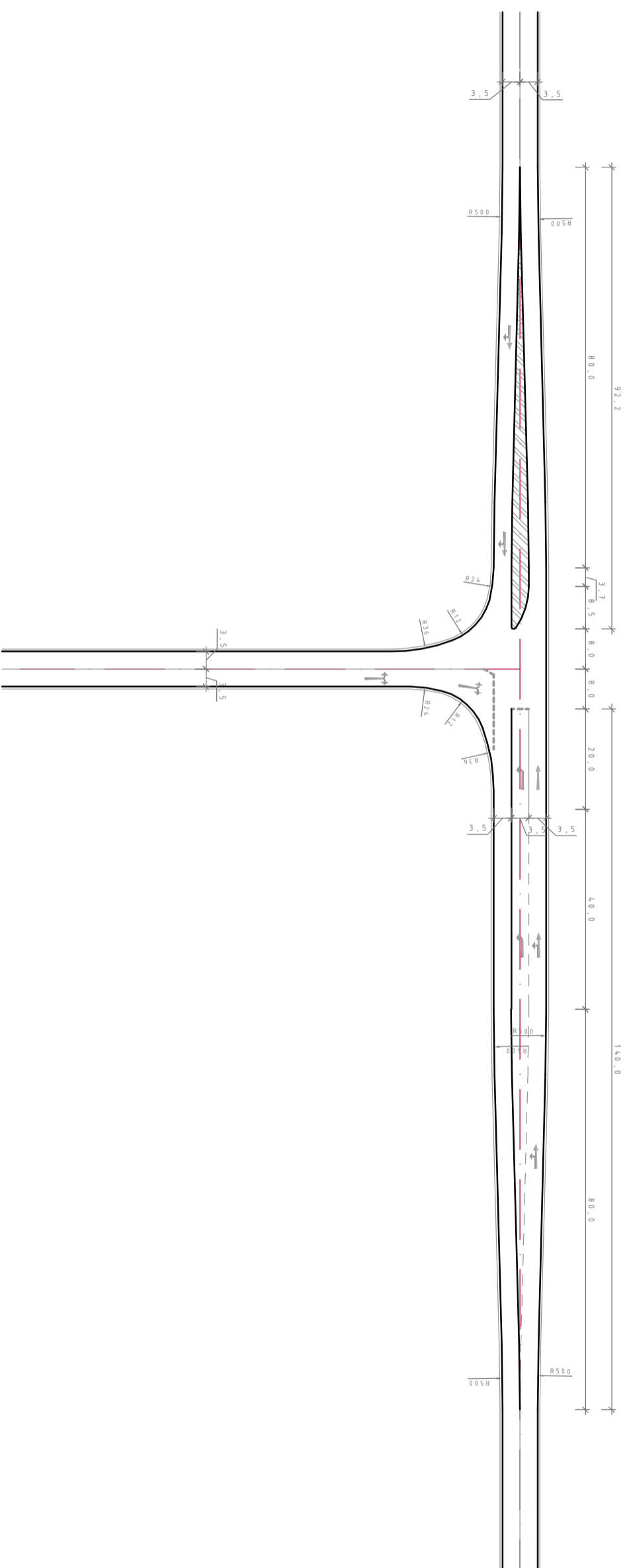
**Literaturverzeichnis**

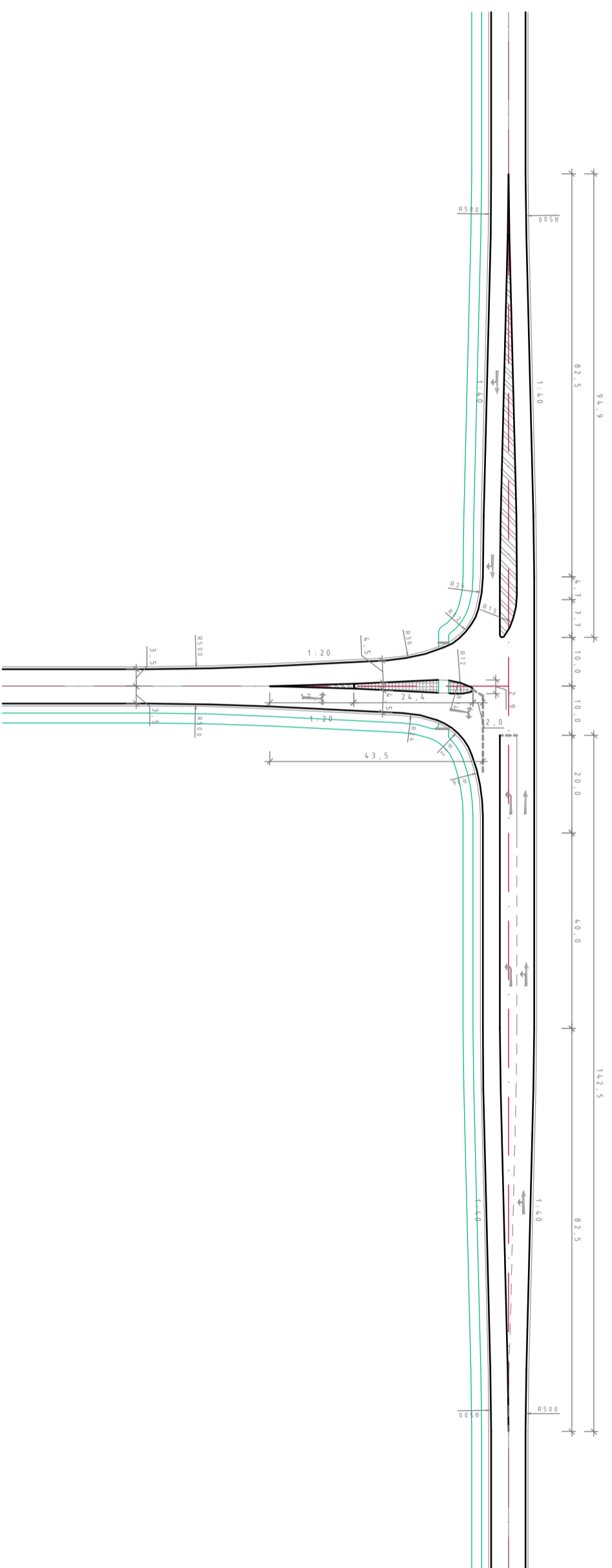
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. (2006). RASt 06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. (2010). RiLSA - Richtlinien für Lichtsignalanlagen.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. (2012). RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr. (Oktober 1998). RVS 05.04.32 - Planen von VLSA. Wien.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr. (August 2004). RVS 03.02.12 - Nicht motorisierter Verkehr - Fußgängerverkehr. Wien.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr. (April 2005). RVS 03.05.11 - Knoten Planungsgrundsätze. Wien.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr. (März 2007). RVS 03.05.12 - Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen. Wien.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr. (Oktober 2010). RVS 03.05.14 - Plangleiche Knoten - Kreisverkehre. Wien.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr. (Februar 2014). RVS 03.02.13 - Nicht motorisierter Verkehr - Radverkehr. Wien.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr. (August 2014). RVS 03.03.23 - Linienführung und Trassierung. Wien.
- Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute. (Mai 1999). SN 640 262 - Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr). Zürich.
- Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute. (Dezember 1999). SN 640 263 - Knoten mit Kreisverkehr. Zürich.

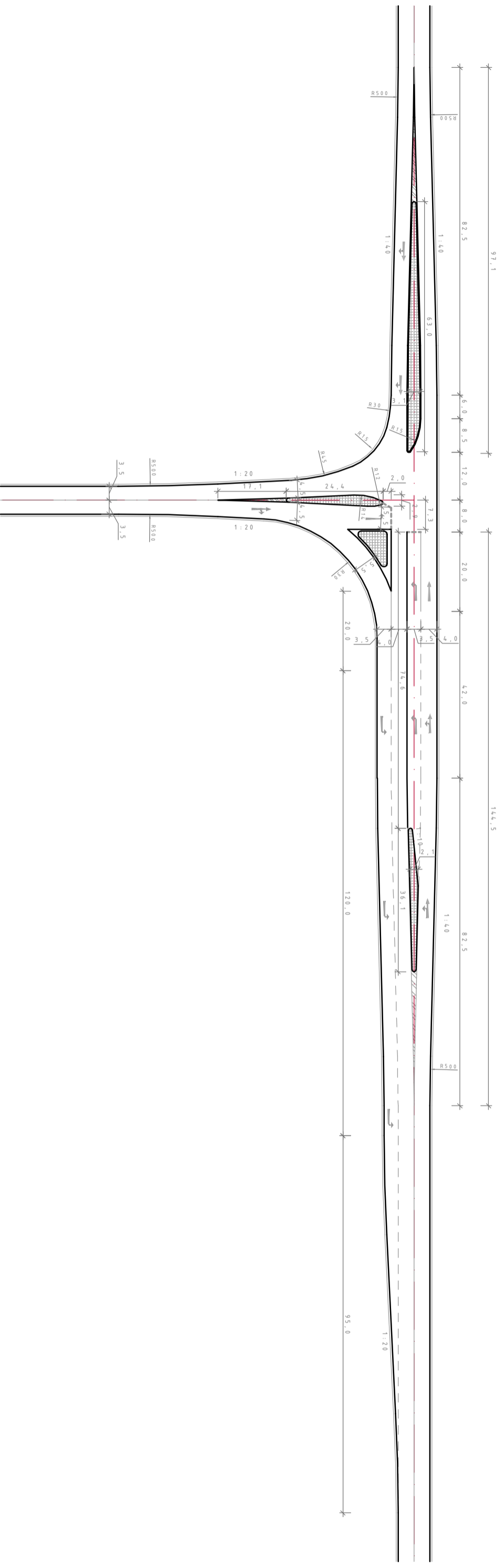
**Anhang**

Anhang 1:	Musterknoten 1
Anhang 2:	Musterknoten 2
Anhang 3:	Musterknoten 3
Anhang 4:	Musterknoten 4
Anhang 5:	Musterknoten 5
Anhang 6:	Musterknoten 6
Anhang 7:	Musterknoten 7
Anhang 8:	Musterknoten 8
Anhang 9:	Musterknoten 9
Anhang 10:	Musterknoten 10
Anhang 11:	Musterknoten 1 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 12:	Musterknoten 2 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 13:	Musterknoten 3 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 14:	Musterknoten 4 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 15:	Musterknoten 5 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 16:	Musterknoten 6 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 17:	Musterknoten 7 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 18:	Musterknoten 8 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 19:	Musterknoten 9 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 20:	Musterknoten 10 – Konstruktion mit VESTRA
Anhang 21:	Musterknoten 1 – Schleppkurven
Anhang 22:	Musterknoten 2 – Schleppkurven
Anhang 23:	Musterknoten 3 – Schleppkurven
Anhang 24:	Musterknoten 4 – Schleppkurven
Anhang 25:	Musterknoten 5 – Schleppkurven
Anhang 26:	Musterknoten 6 – Schleppkurven
Anhang 27:	Musterknoten 7 – Schleppkurven
Anhang 28:	Musterknoten 8 – Schleppkurven
Anhang 29:	Musterknoten 9 – Schleppkurven
Anhang 30:	Musterknoten 10 – Schleppkurven

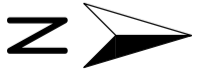
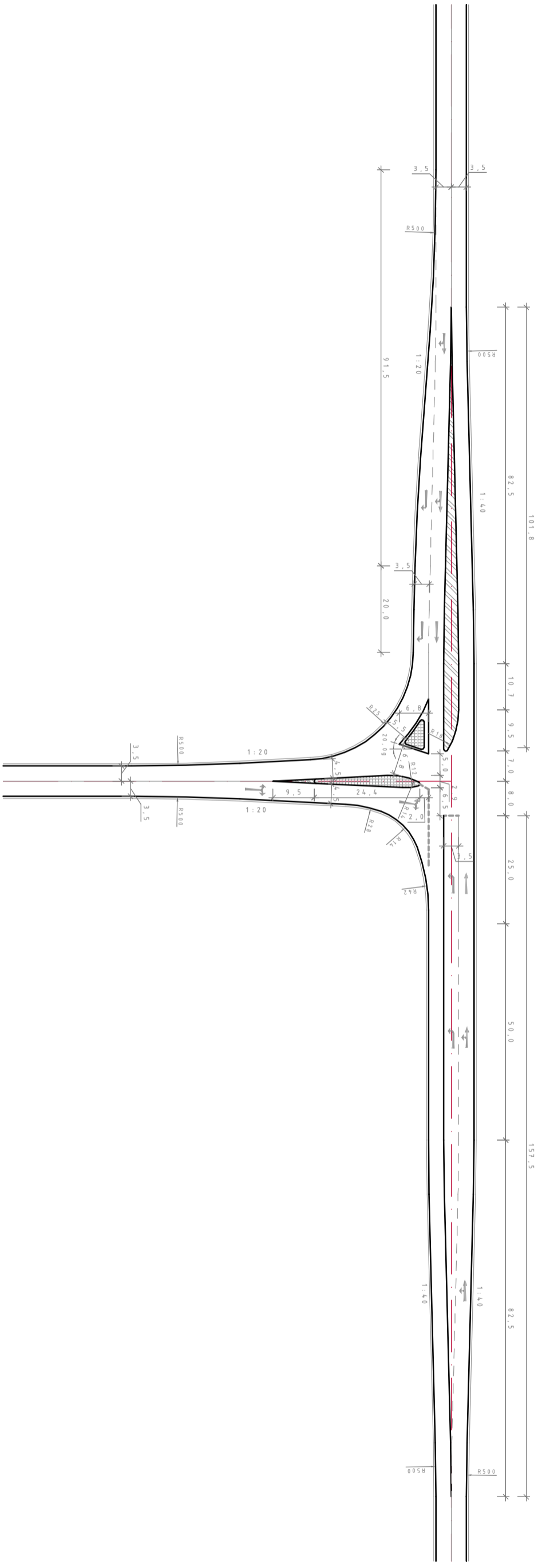


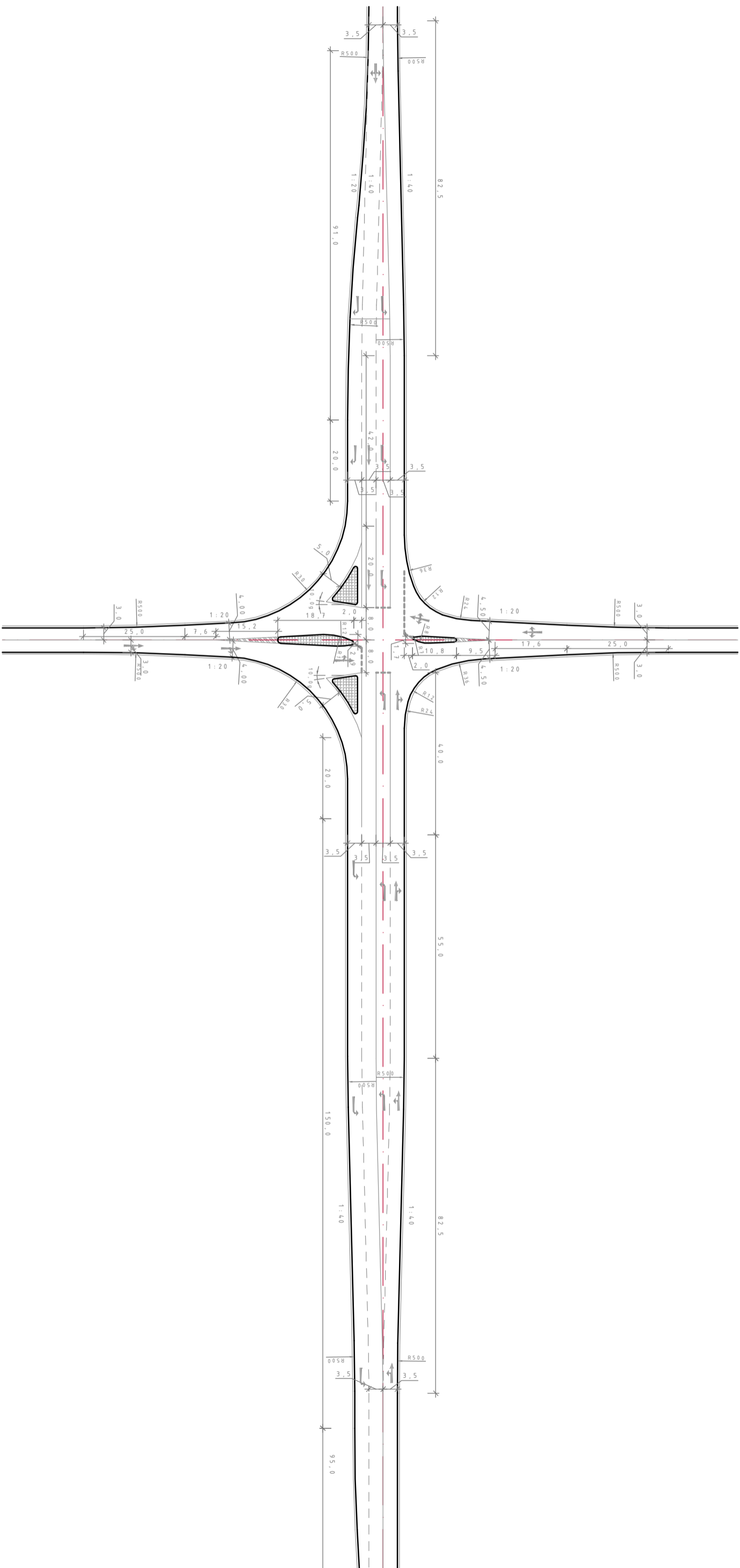


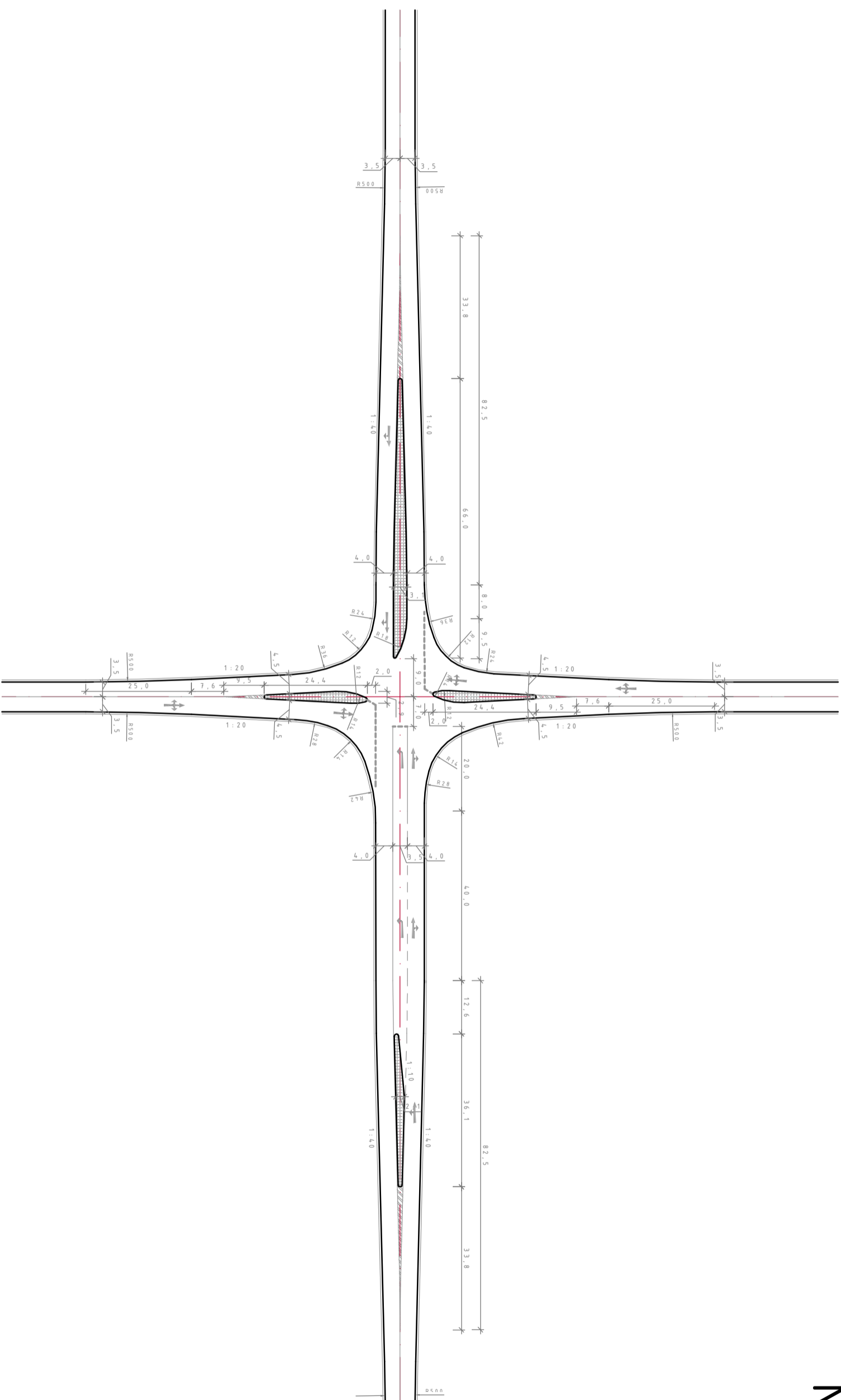


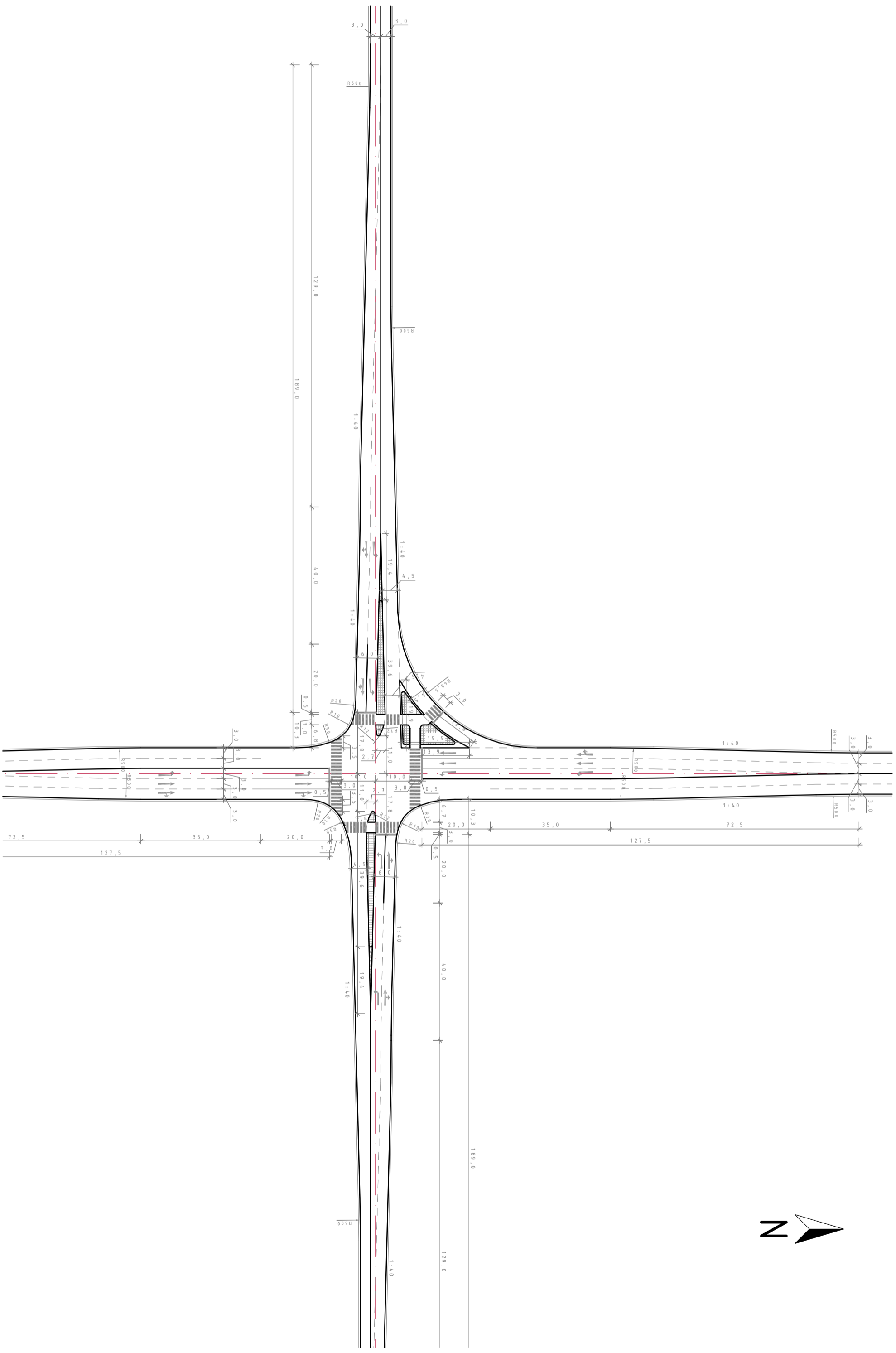
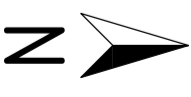


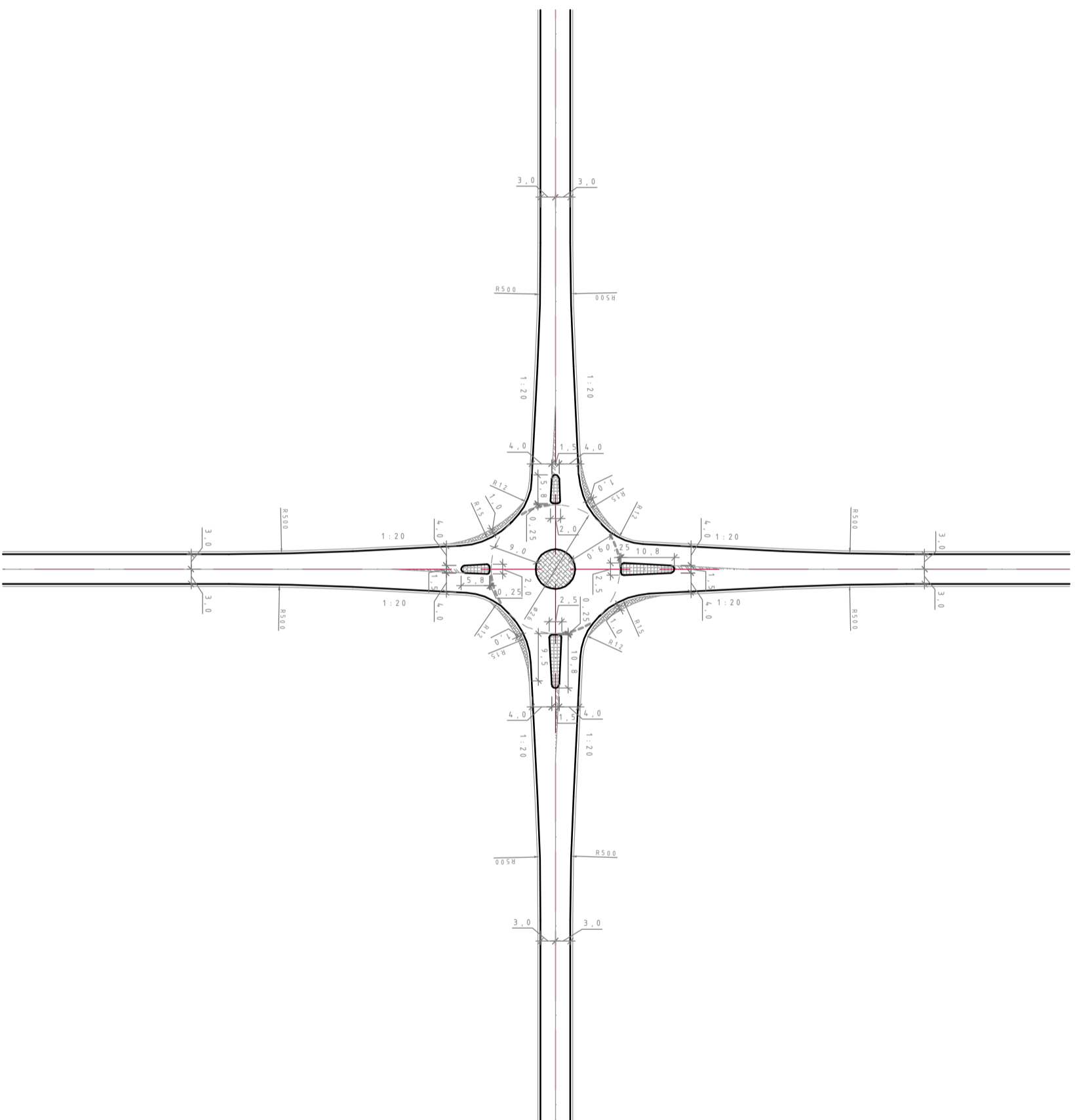




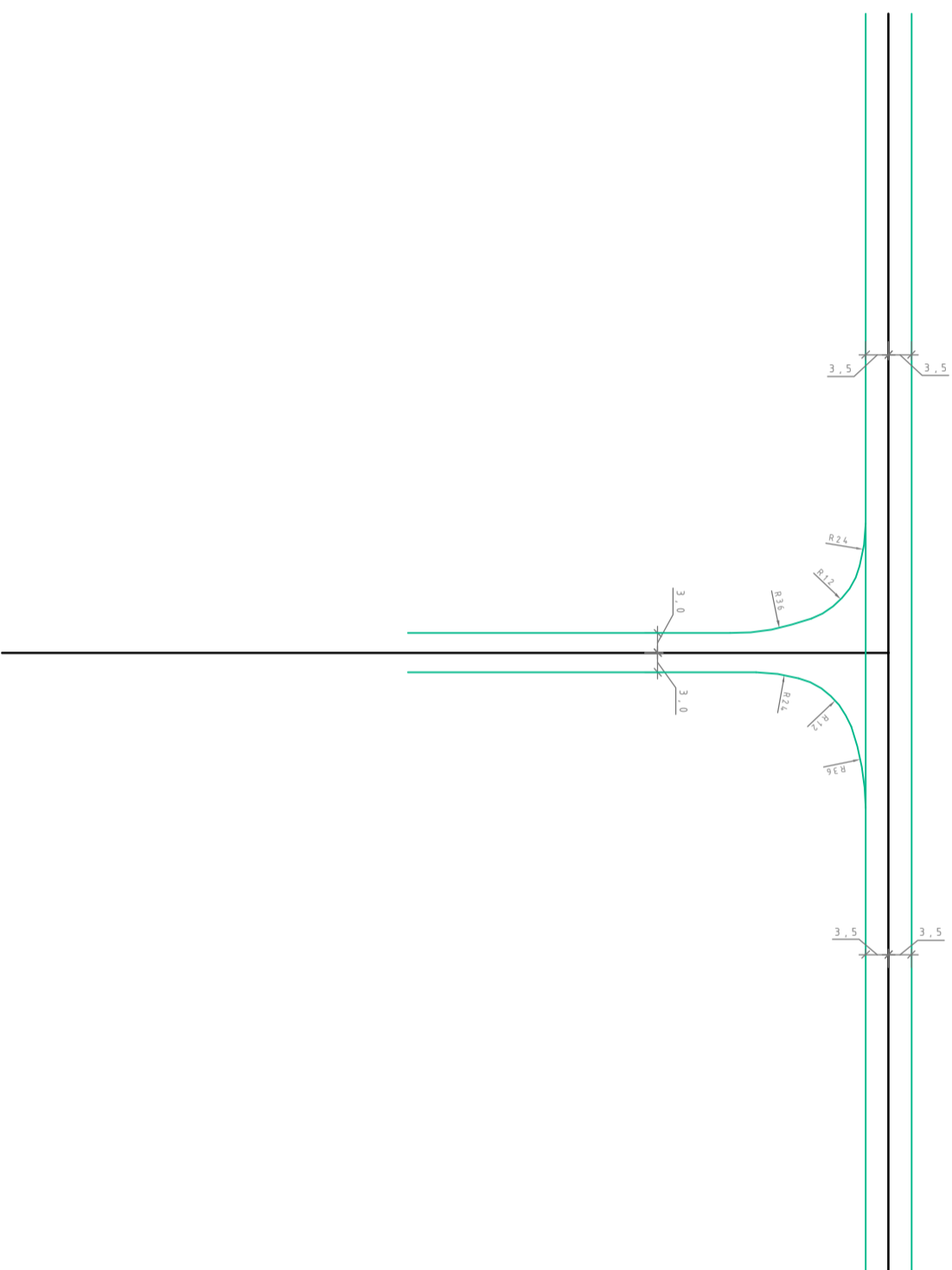
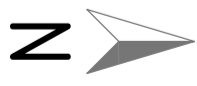












Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich



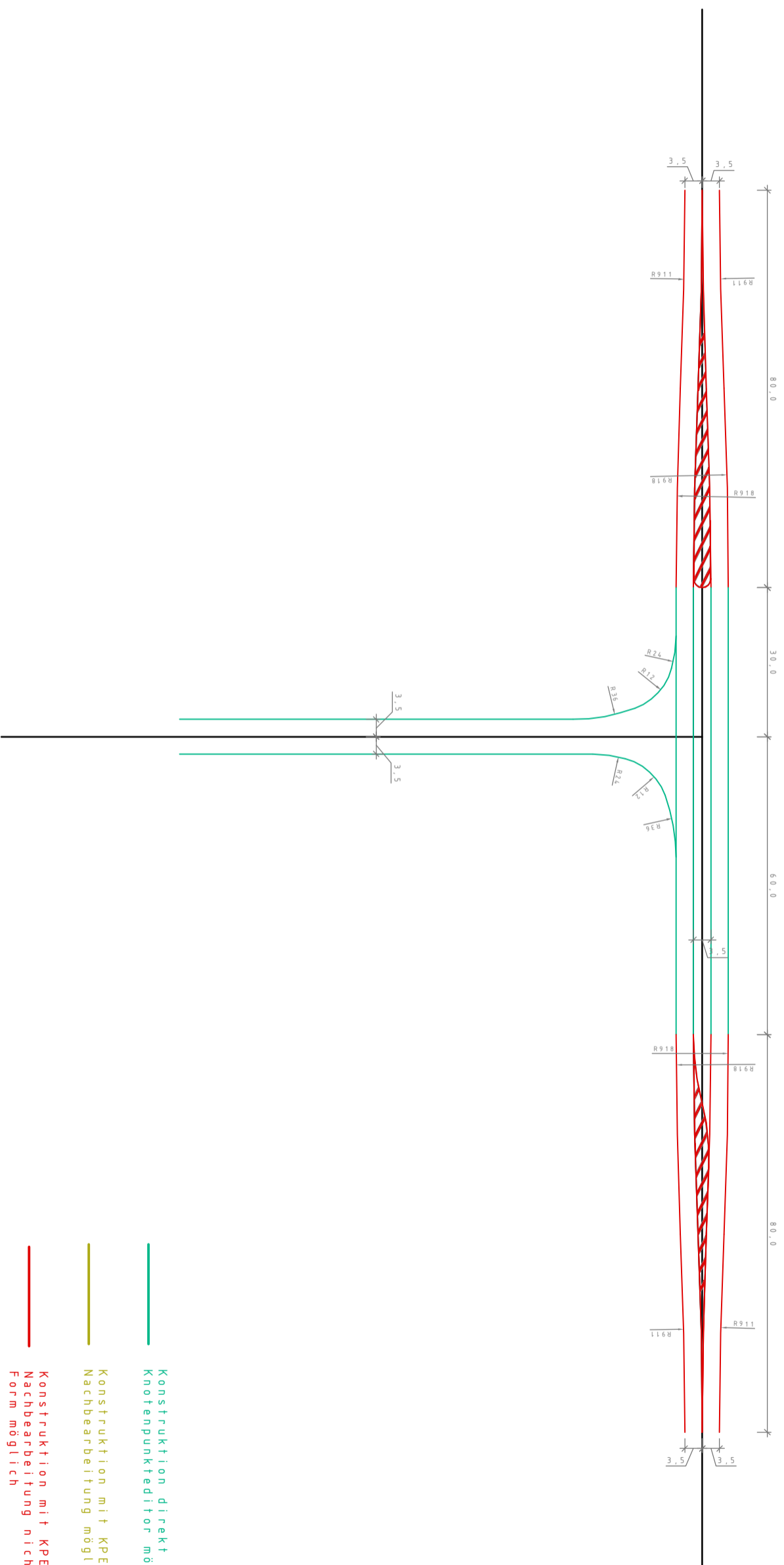
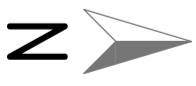
Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich



Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich



Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager



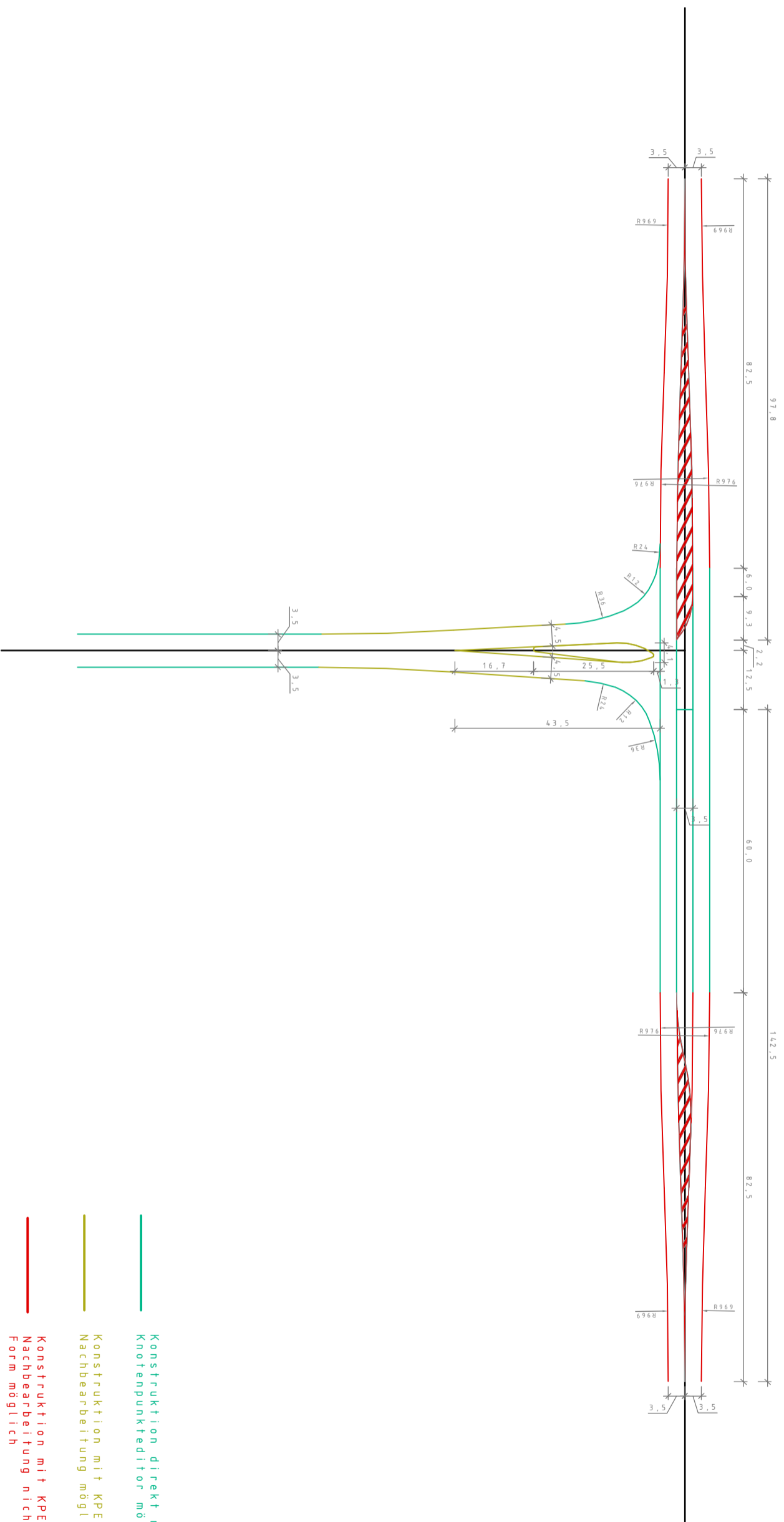
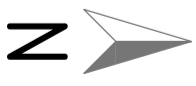
— Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich

— Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager



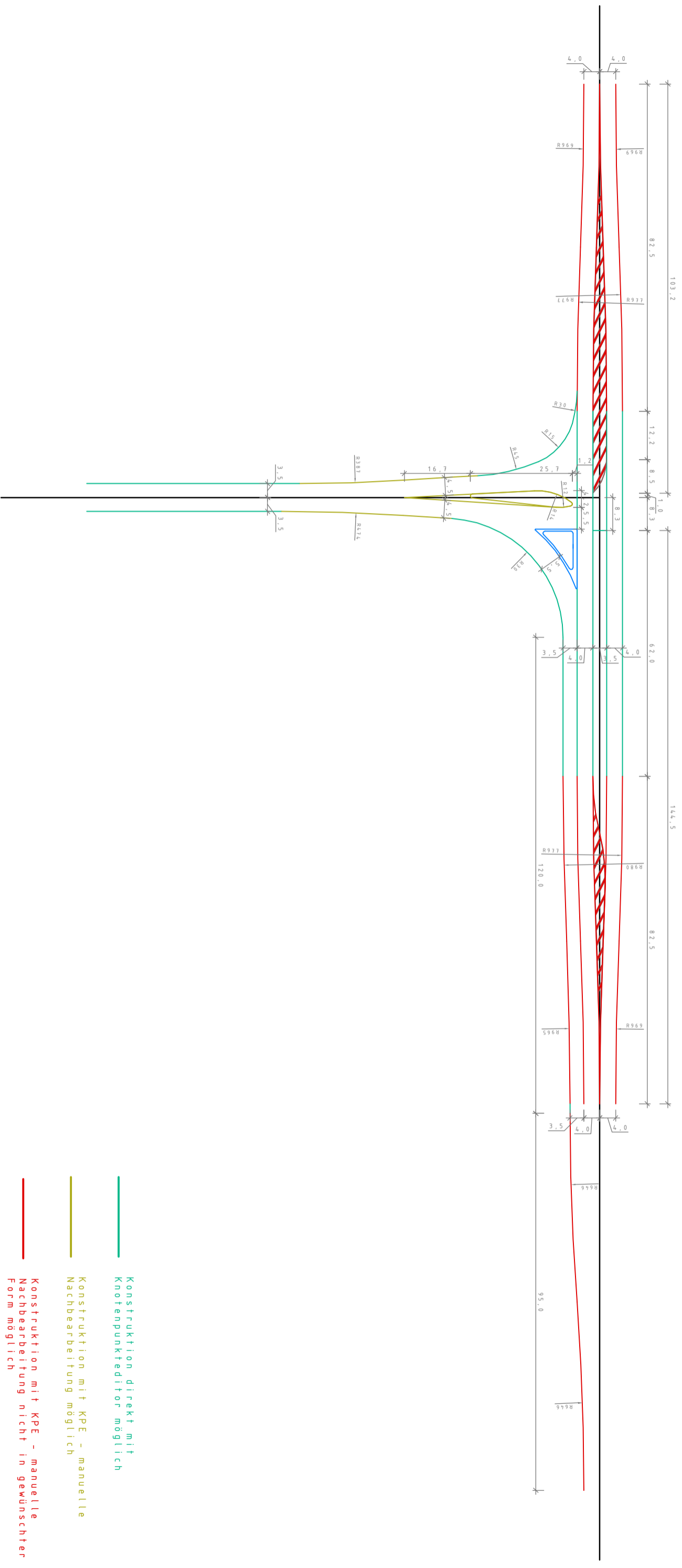
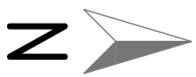


— Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich

— Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager

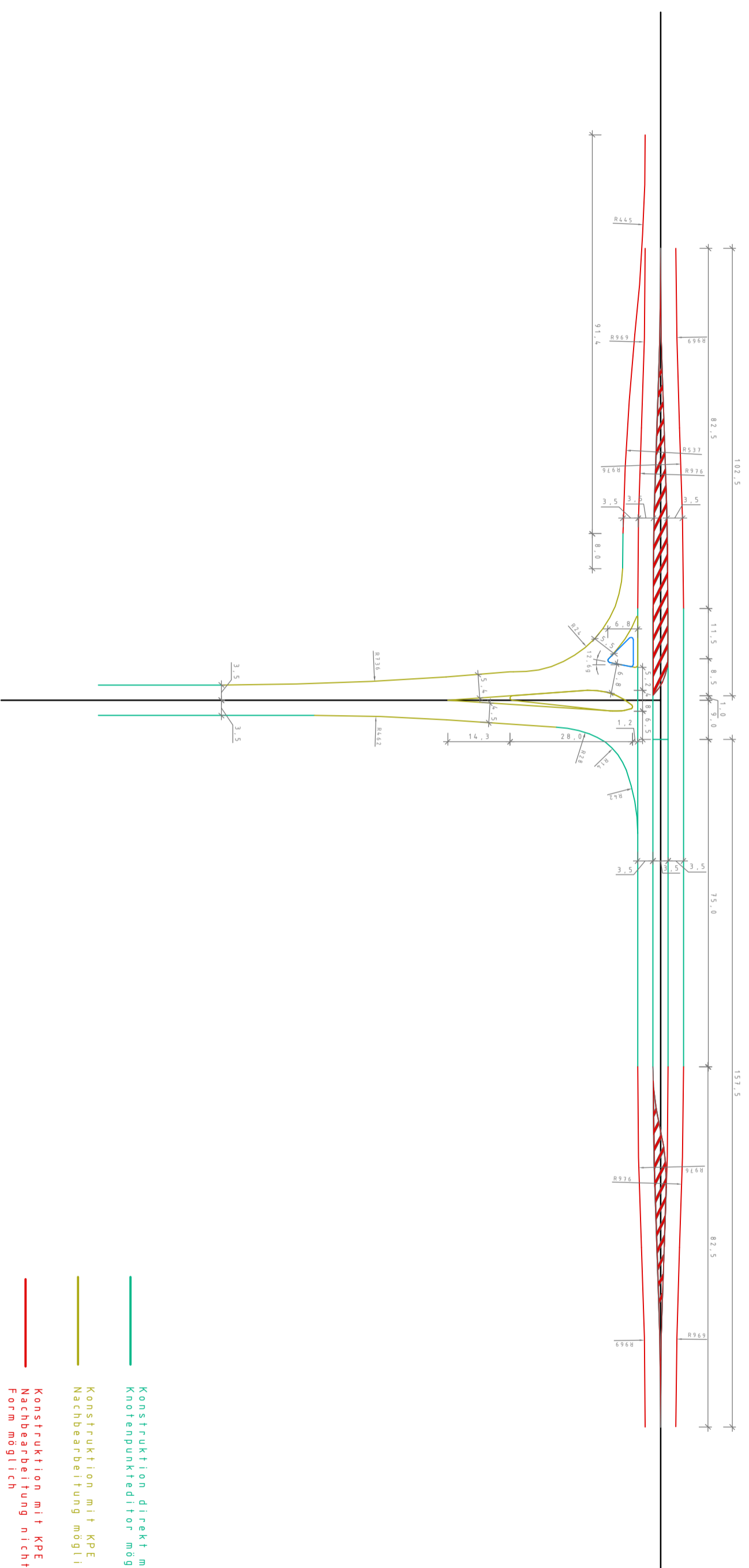


— Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich

— Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager

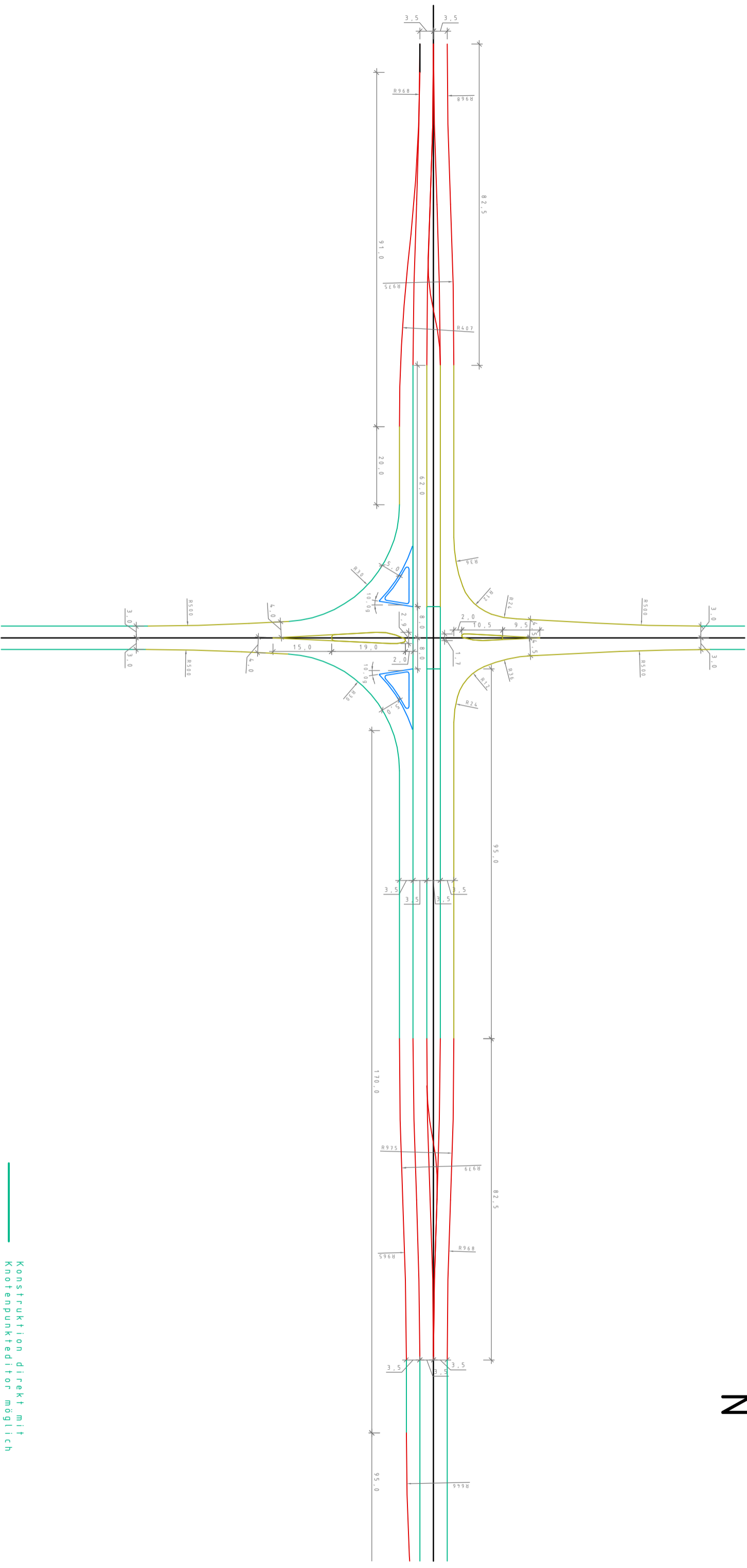
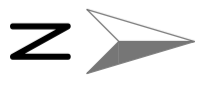


— Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich

— Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager

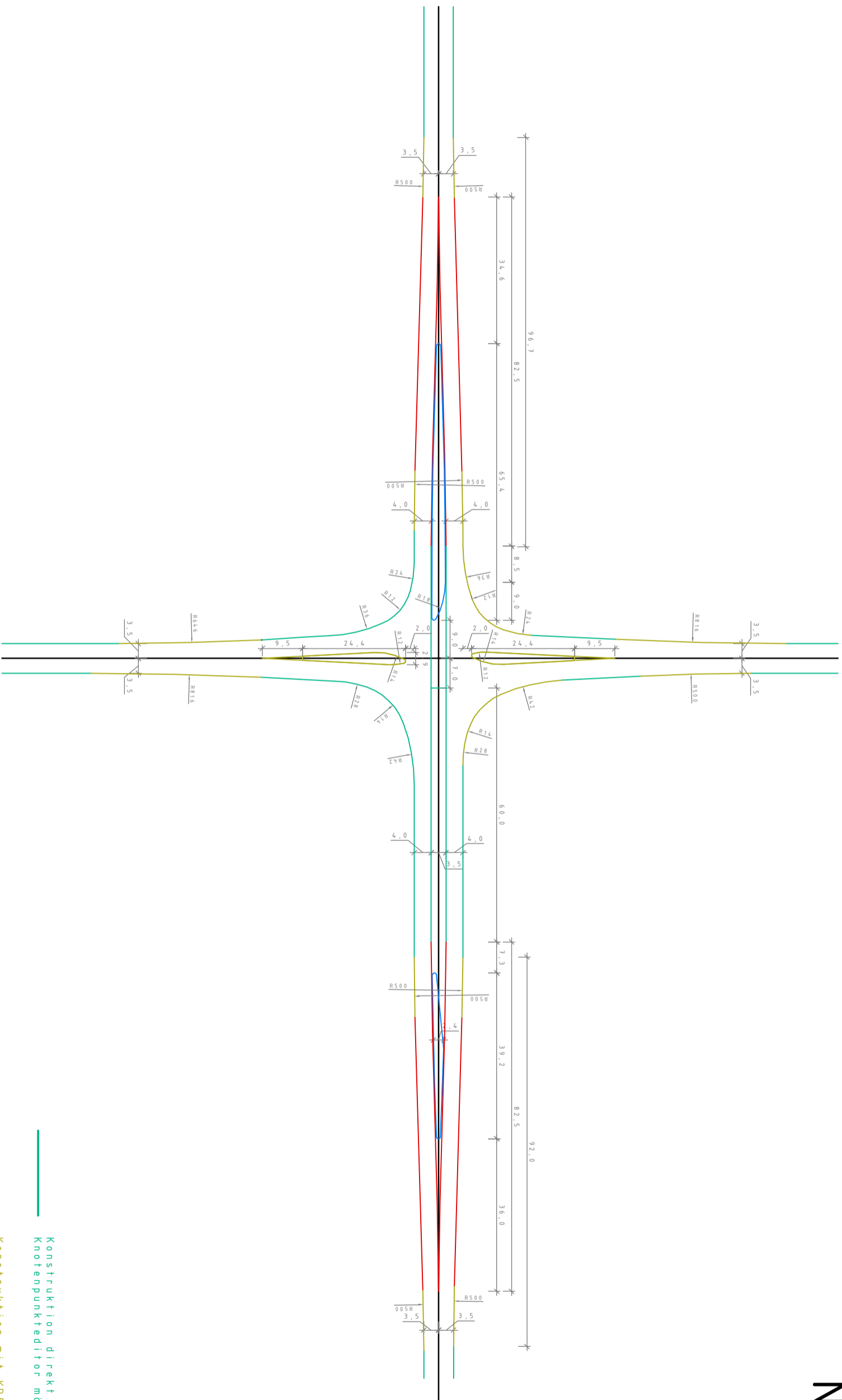
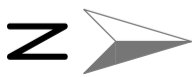


Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich

Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich

Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich

Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager

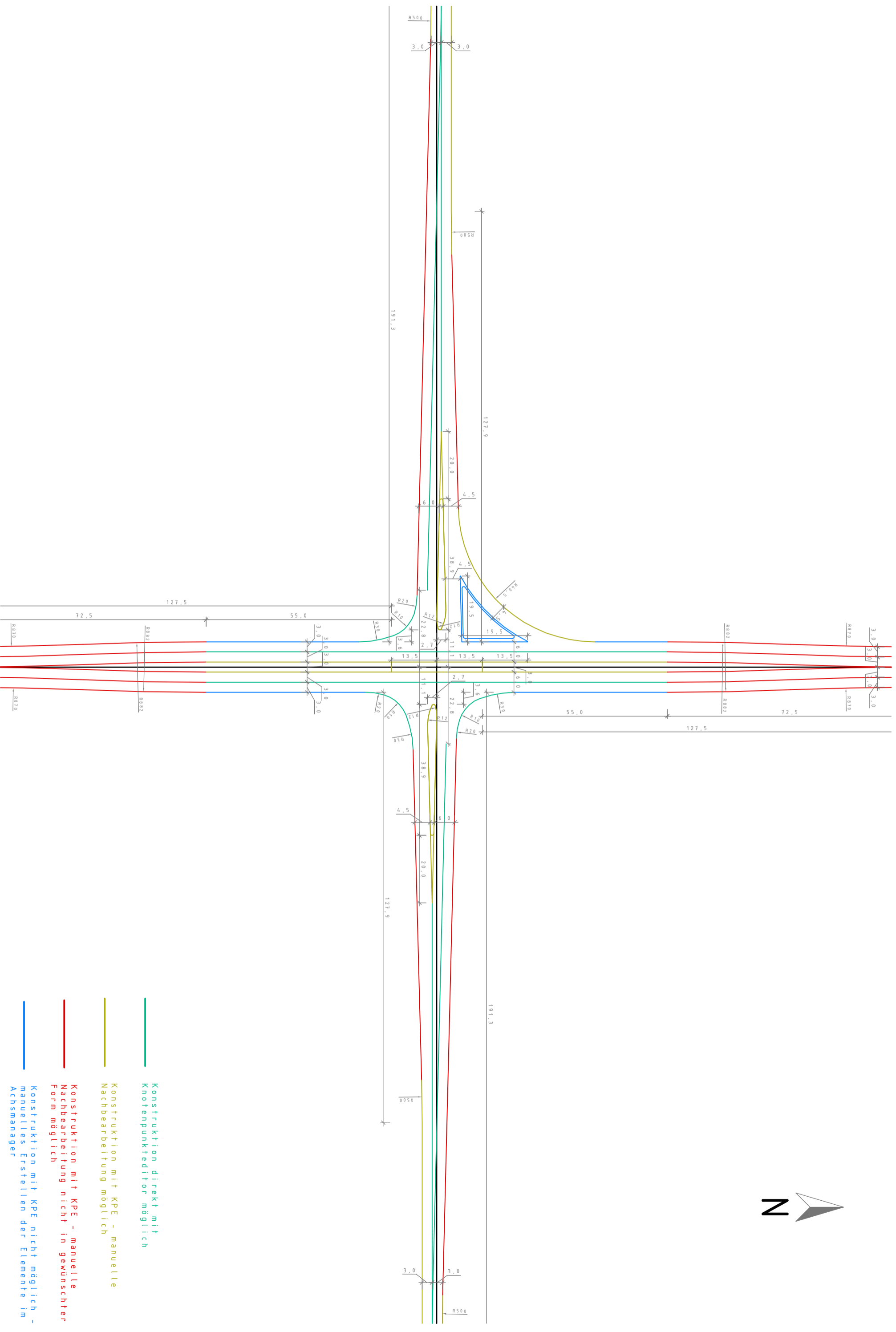
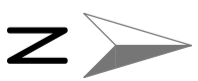


— Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich

— Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager

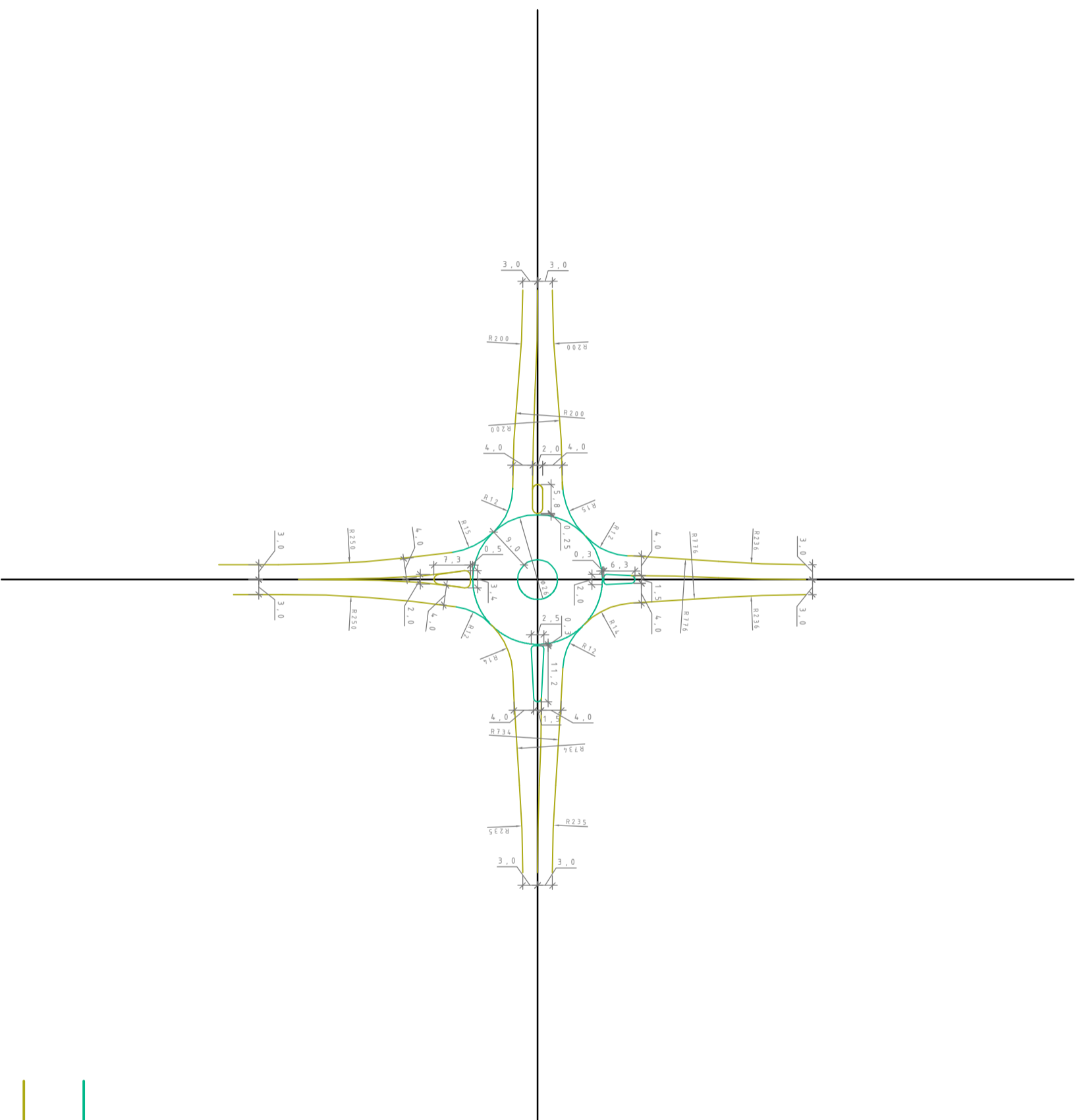
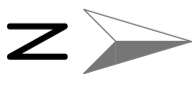


— Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich

— Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager

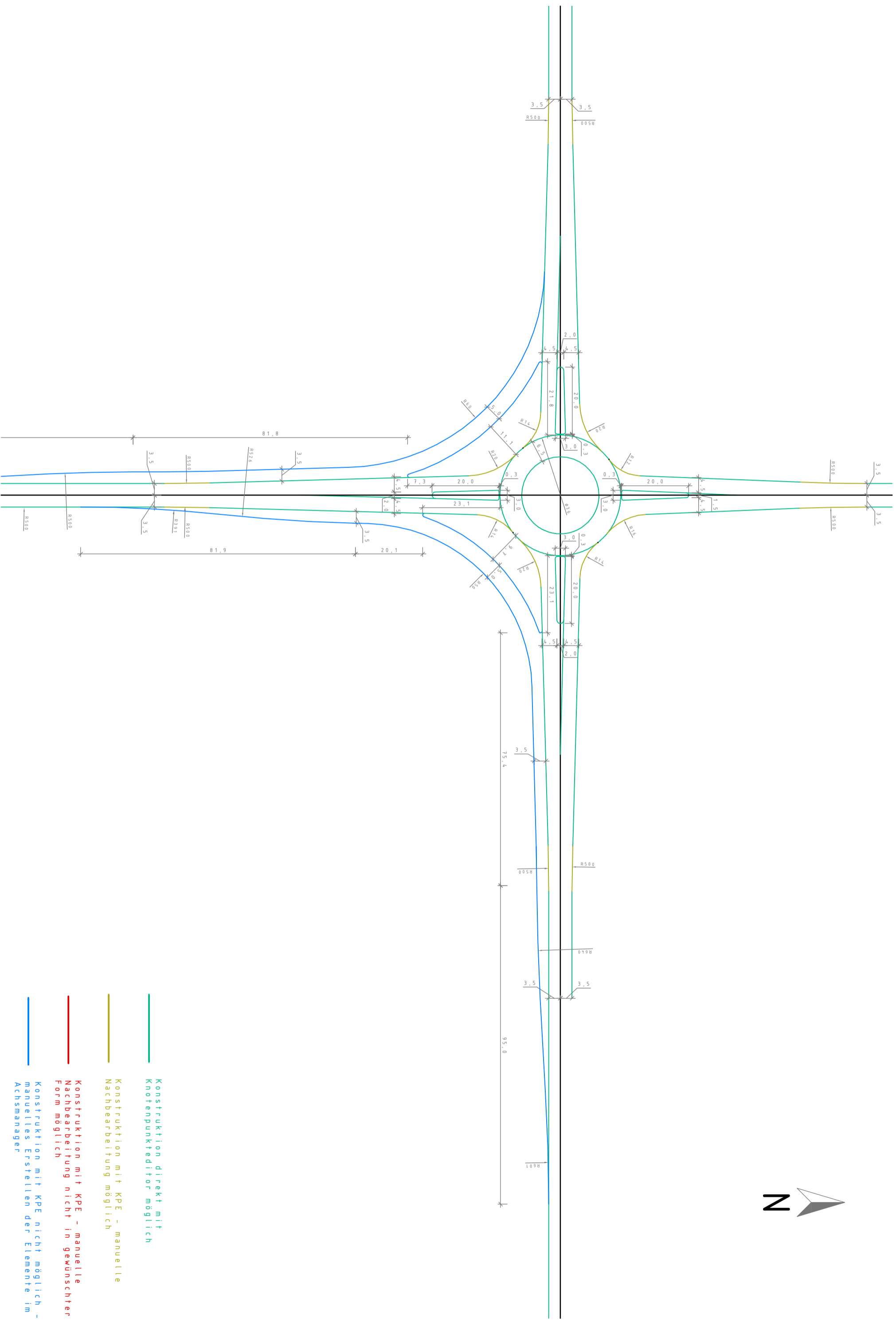
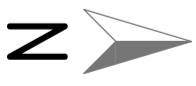


— Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich

— Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager



— Konstruktion direkt mit Knotenpunkteditor möglich

— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung möglich

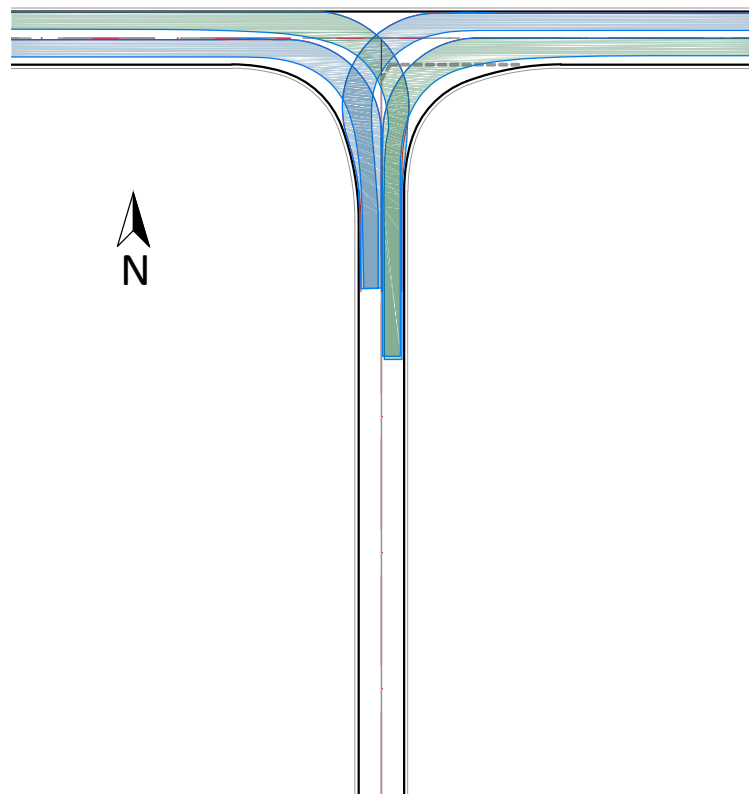
— Konstruktion mit KPE - manuelle Nachbearbeitung nicht in gewünschter Form möglich

— Konstruktion mit KPE nicht möglich - manuelles Erstellen der Elemente im Achsmanager



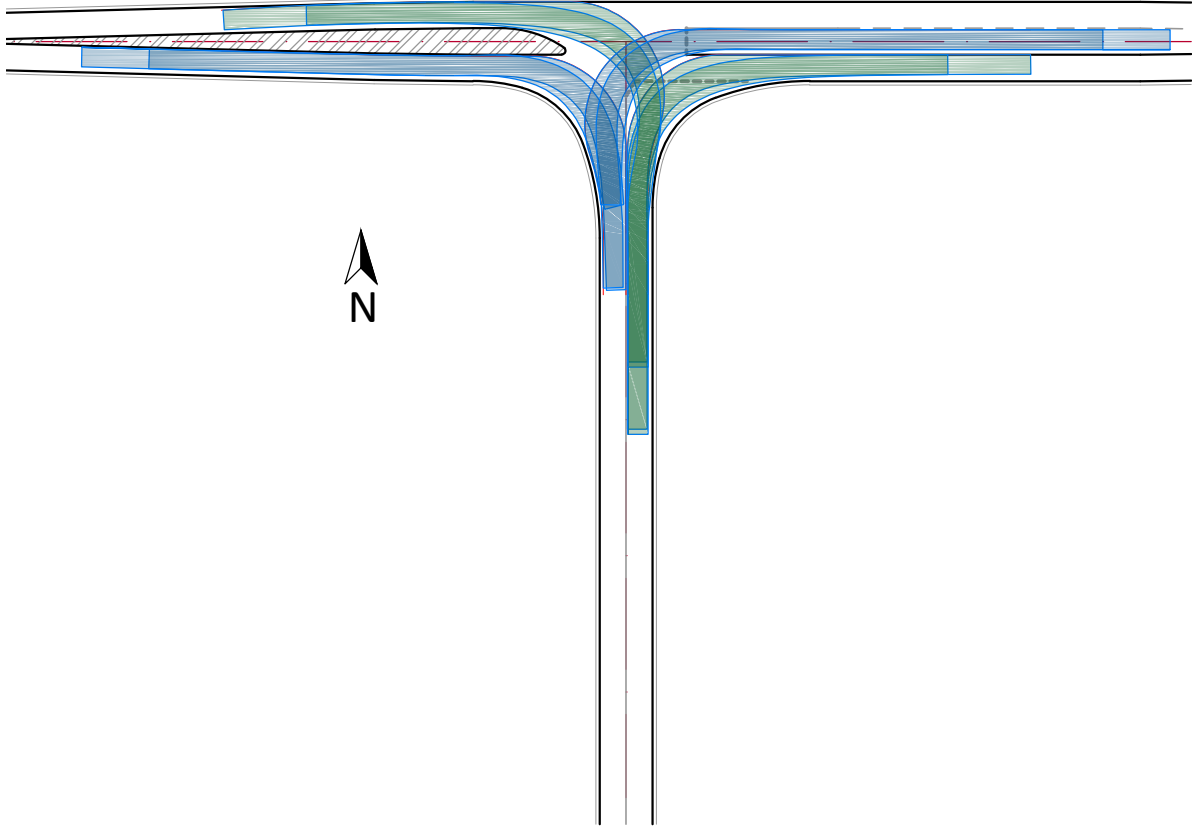
Schleppkurven  
Musterknoten 1

M = 1:100



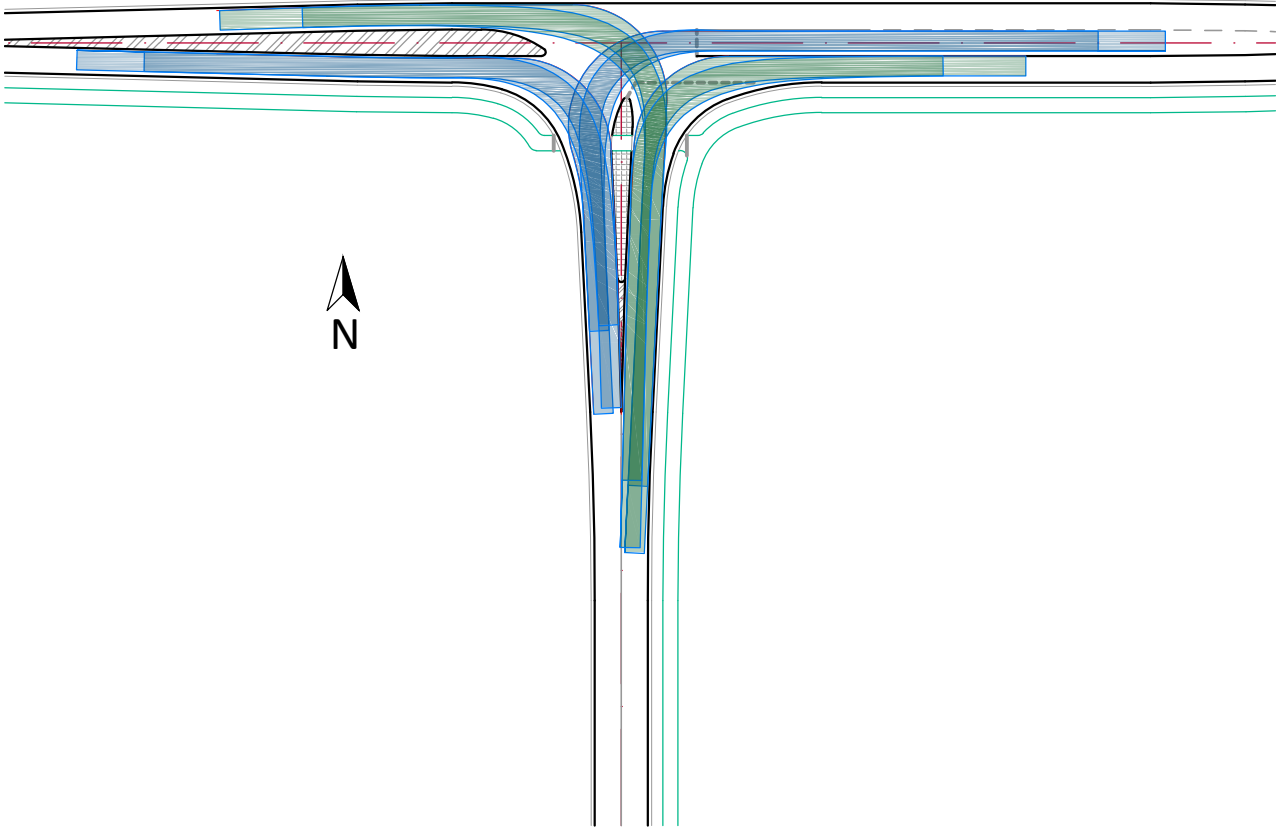
Schleppkurven  
Musterknoten 2

M = 1:100



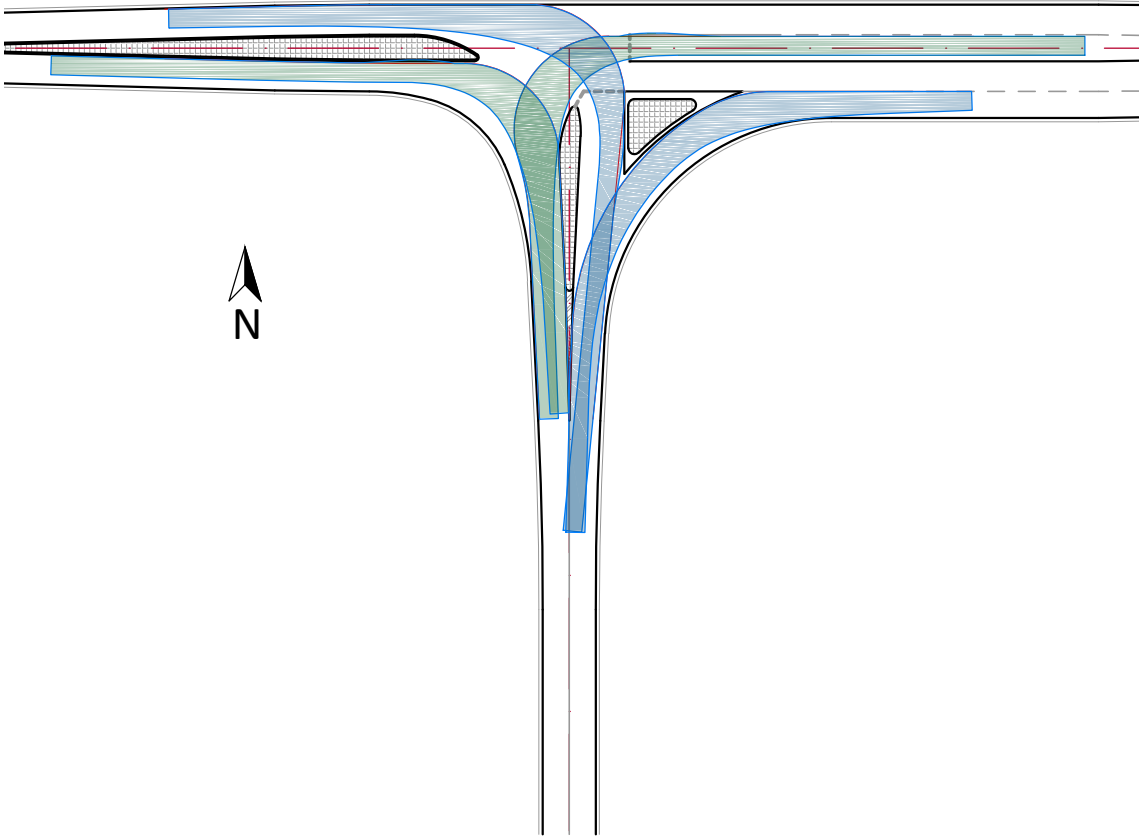
Schleppkurven  
Musterknoten 3

M = 1:100



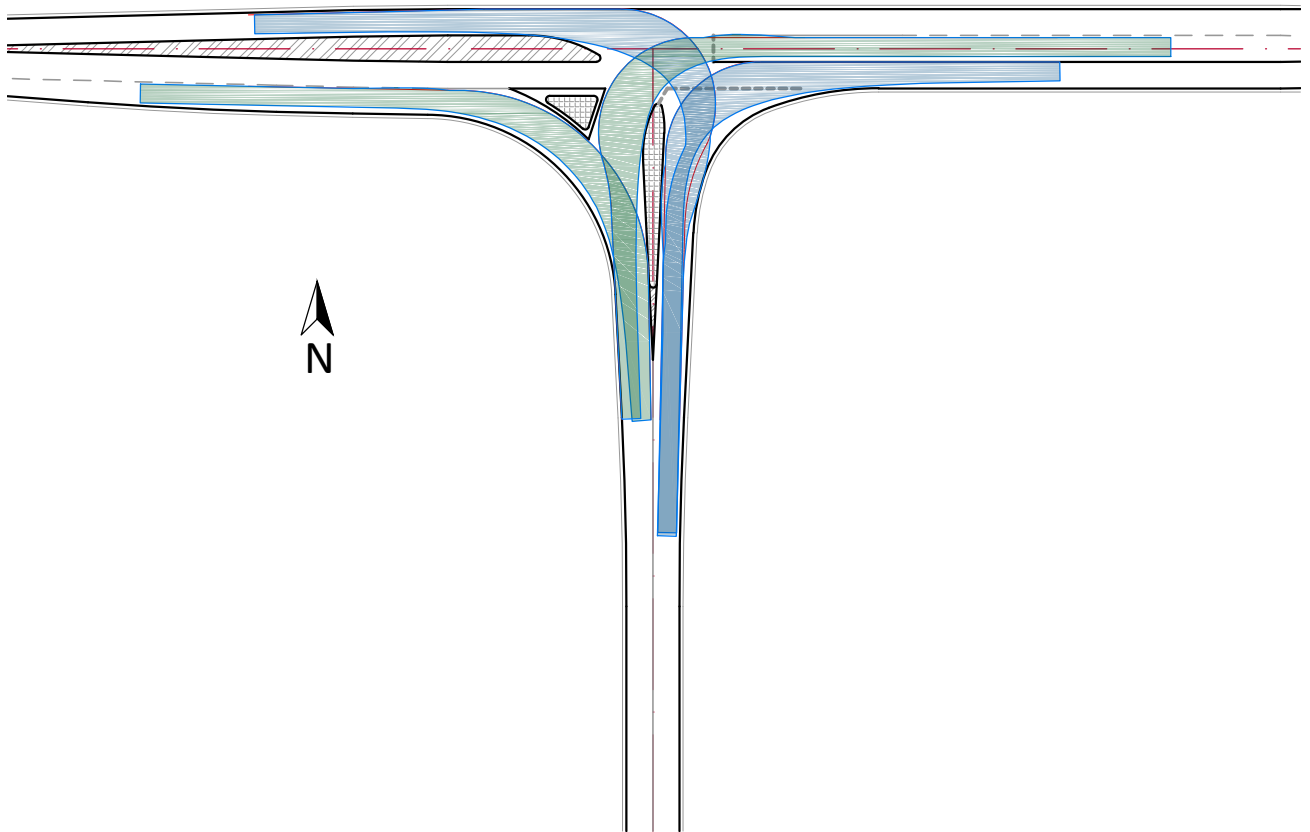
Schleppkurven  
Musterknoten 4

M = 1:100



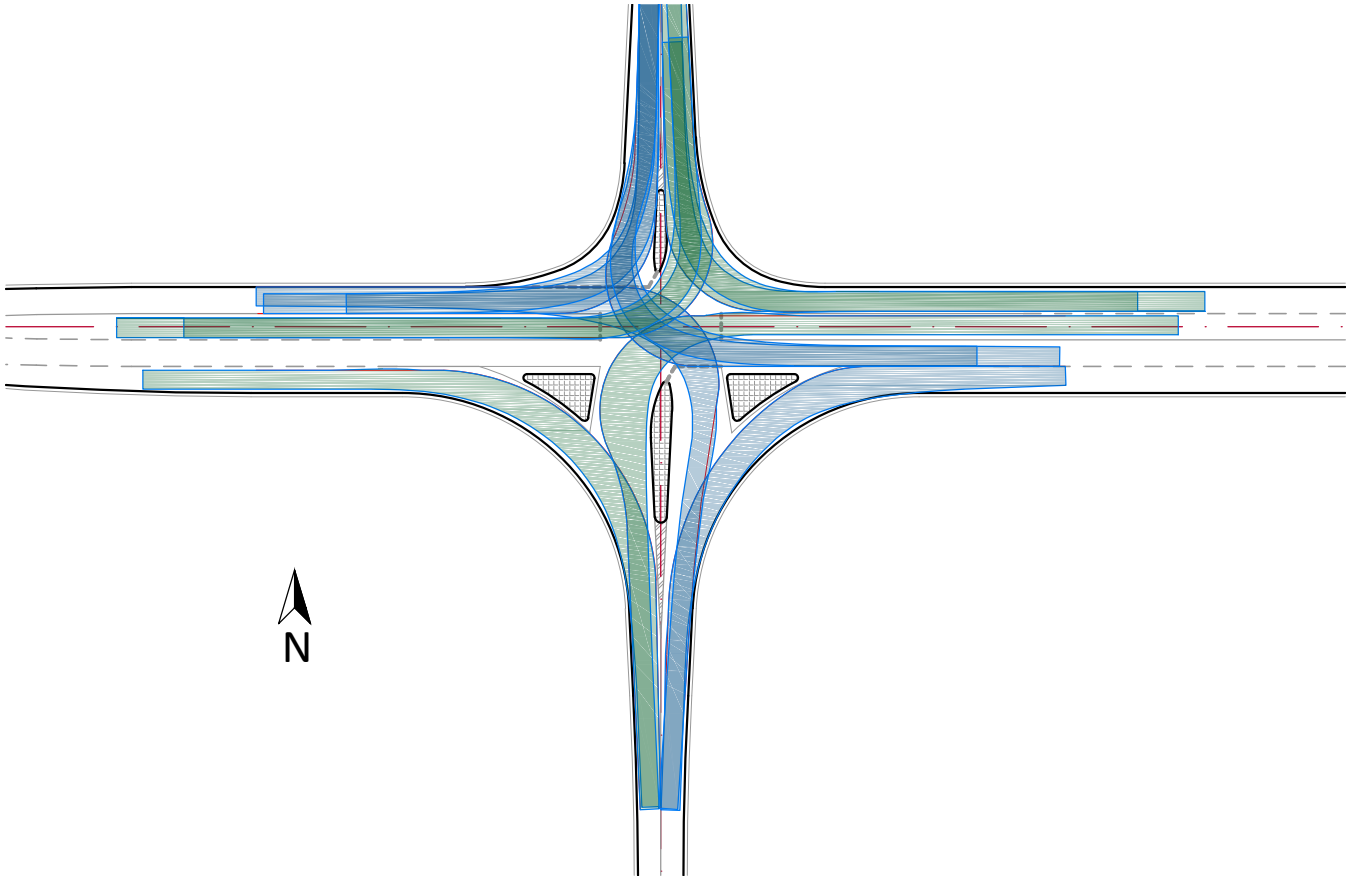
Schleppkurven  
Musterknoten 5

M = 1:100



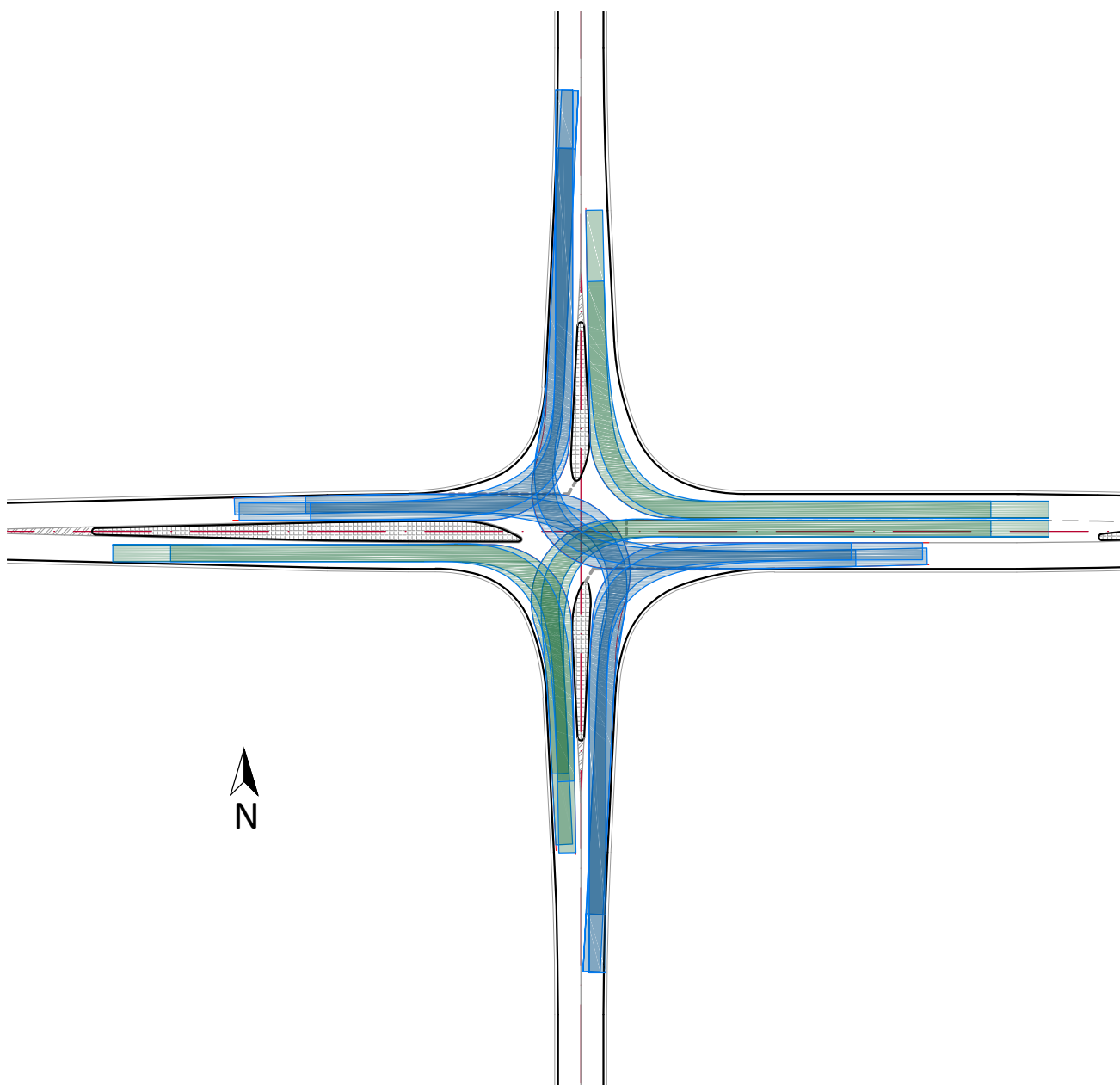
Schleppkurven  
Musterknoten 6

M = 1:100



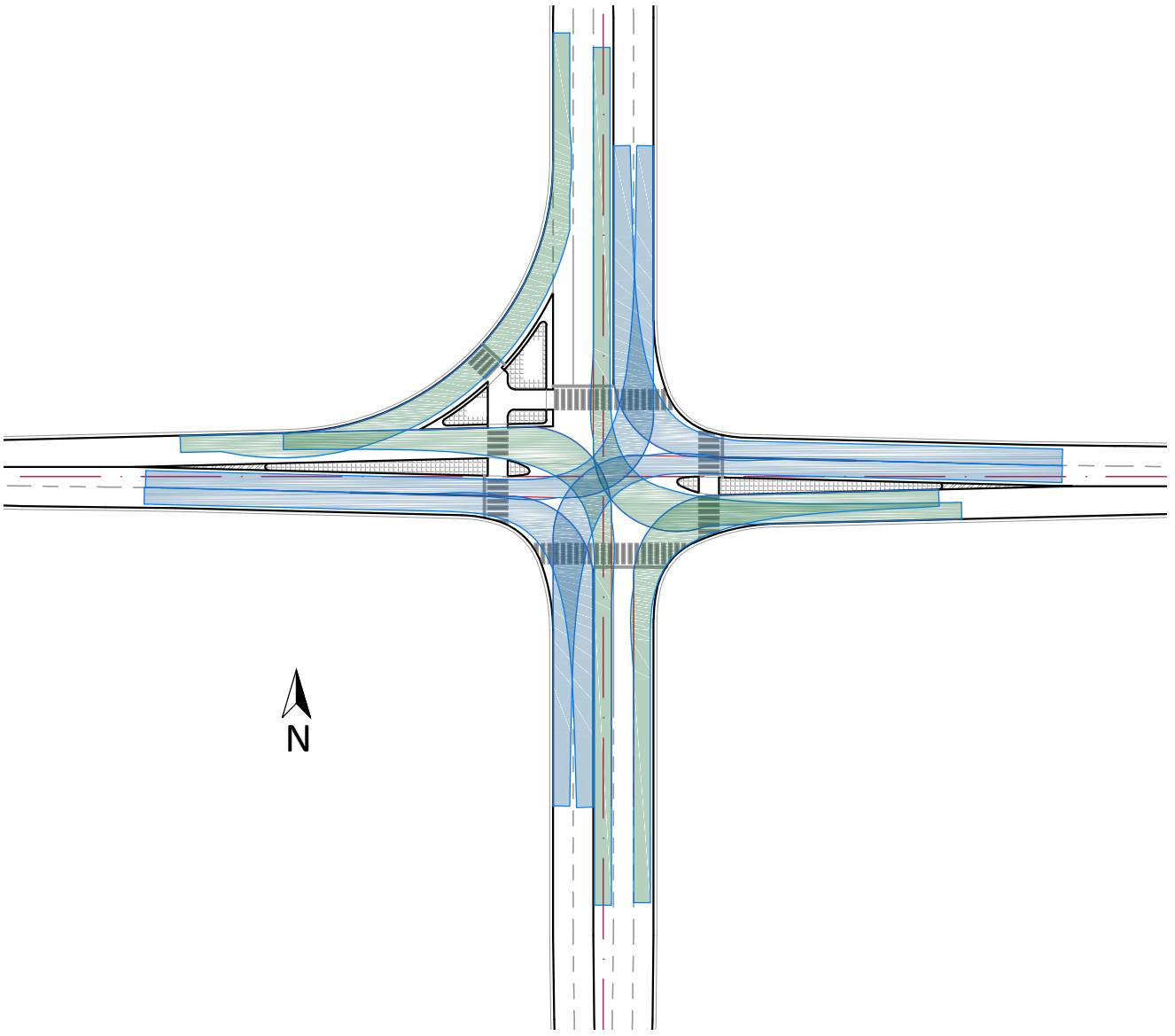
Schleppkurven  
Musterknoten 7

M = 1:100



Schleppkurven  
Musterknoten 8

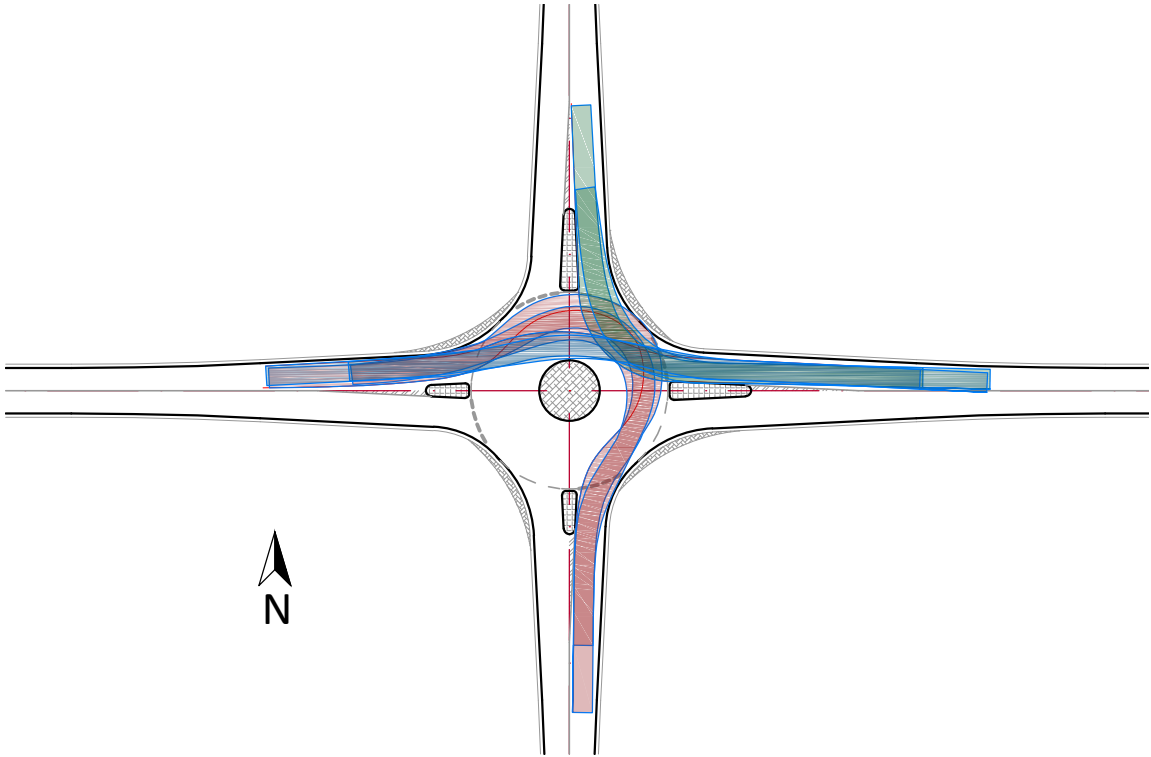
M = 1:100





Schleppkurven  
Musterknoten 9

M = 1:100



Schleppkurven  
Musterknoten 10

M = 1:100

