



DIPLOMARBEIT

Master's Thesis

Wahl einer optimalen Lösung zur Erneuerung der Kreuzung bei km 9+200 der Landstraße I-7

von

Philipp Kukurin

MN 0927942

Bulgarien, Sofia 1111

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	4
KURZFASSUNG	5
ABSTRACT	6
1. AUFGABESTELLUNG UND ZIELSETZUNG	7
2. BESTANDSANALYSE - IST-ZUSTAND	8
2.1 Allgemeine Beschreibung der Kreuzung	8
2.2 Planliche Darstellung	10
2.3 Oberbau.....	12
2.4 Entwässerungssituation	12
2.5 Zustandsanalyse.....	12
2.6 Leistungsfähigkeitsnachweis	15
3. MÖGLICHE PLANUNGSVARIANTE	18
3.1 Allgemeine Theorie der Knotenpunkte und Kreuzungen	18
3.2 Kreuzung:	19
3.3 Kreisverkehr	21
4. BEWERTUNGSKRITERIEN UND –METHODEN	24
4.1 Leistungsfähigkeit	24
4.2 Verkehrssicherheit	25
4.3 Umweltverträglichkeit.....	26
4.4 Platzbedarf	27
4.5 Kosten	27
5. WAHL DER OPTIMALEN VARIANTE	28
5.1 Zieldefinition	28
5.2 Bewertung der Kriterien	30
5.3 Variantenvergleich	34
5.3.1. Charakteristiken der neu geplanten Kreuzung mit Fahrbahnverbreiterung	34
5.3.2. Charakteristiken des neu geplanten Kreisverkehrs	35
5.3.3 Tabellarische Aufstellung von der Bewertung der beiden Variante	36
5.4 Optimale Variante	37
5.4.1. Kreisverkehr - Übersicht.....	37
5.4.2. Charakteristik des Kreisverkehrs	38
5.4.3. Bemessung des Kreisverkehrs nach dem Kriterium Leistungsfähigkeit	39
6. AUSFÜHRUNG DER GEWÄHLTEN VARIANTE	47
6.1 Planliche Darstellung	47
6.2 Oberbaubemessung	48

6.2.1.Oberbaubemessung nach der Methode der gleichwertigen Module (von Prof.Ivanov).....	48
6.2.2.Oberbaubemessung nach RVS 03.08.63	57
7. ZUSAMMENFASSUNG	61
8. LITERATURVERZEICHNIS	64
9. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	66
10. TABELLENVERZEICHNIS.....	68
11. ANHANGVERZEICHNIS	69

VORWORT

Diese Diplomarbeit bildet den Abschluss meines Bauingenieurstudiums. An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei Herrn Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ronald Blab bedanken. Ein besonderer Dank gilt meinen Betreuern Herrn Projektass. Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluger-Eigl und Herrn Univ. Ass. Dipl.-Ing. Marin Dontschev für die ausgezeichnete Betreuung meiner Diplomarbeit, ihrer ständigen Diskussionsbereitschaft und die daraus entstehenden Anregungen für meine Arbeit. Für die Unterstützung meines Studiums bedanke ich mich bei der Fakultät für Straßenbau an der Universität für Architektur, Bauingenieurwesen und Geodäsie – Sofia.

KURZFASSUNG

Im Rahmen dieser Arbeit ist die Entscheidung zu treffen, eine optimale Variante für die Neugestaltung der Kreuzung an der Landstraße I-7 bei km 9+200 zu finden, um die bestehenden Probleme zu lösen.

Die bestehende Kreuzung bei km 9+200 der Landstraße I-7 "Silistra-Schumen" befindet sich ausserhalb einer Ortschaft und verbindet drei Abschnitte verschiedener Straßenkategorien (Landstraße I-7, Landstraße II-21 und Landstraße III-213) bei annähernd gleicher Verkehrsbelastung aus jeder Richtung.

Die häufigsten Probleme sind:

- Hohe Unfallzahlen
- Verkehrsbehinderungen (Stau)
- Lärmbelastung
- Luftverschmutzung

Um die Situation für die Verkehrsteilnehmer und Anrainer zu verbessern, soll eine geeignete Variante für die Neugestaltung der Kreuzung gefunden werden.

ABSTRACT

Within the scope of this master thesis, a decision has to be made to find an optimal solution for the redesign of the intersection at the country road I-7 at km 9 + 200 in order to solve the existing problems.

The existing intersection at km 9+200 of the country road I-7 between Silistra and Shumen is located out of town and connect 3 sections of different type of street categories (country road I-7, country road II-21 and country road III-213) with approximately the same traffic congestion from each direction.

The most common problems are:

- High accidents rates
- Traffic obstruction
- Noise exposure
- Air pollution

In order to improve the situation for road users and residents, a suitable opportunity for the redesign of the intersection has to be found.

1. AUFGABESTELLUNG UND ZIELSETZUNG

Die erste Maßnahme, ein Verkehrsproblem zu lösen, ist die Wahl der am besten geeigneten Straßenverkehrslösung, die die höchsten Anforderungen bzgl. Sicherheit, Betriebskenndaten sowie minimale Kosten für Bau und Unterhalt befriedigen würde.

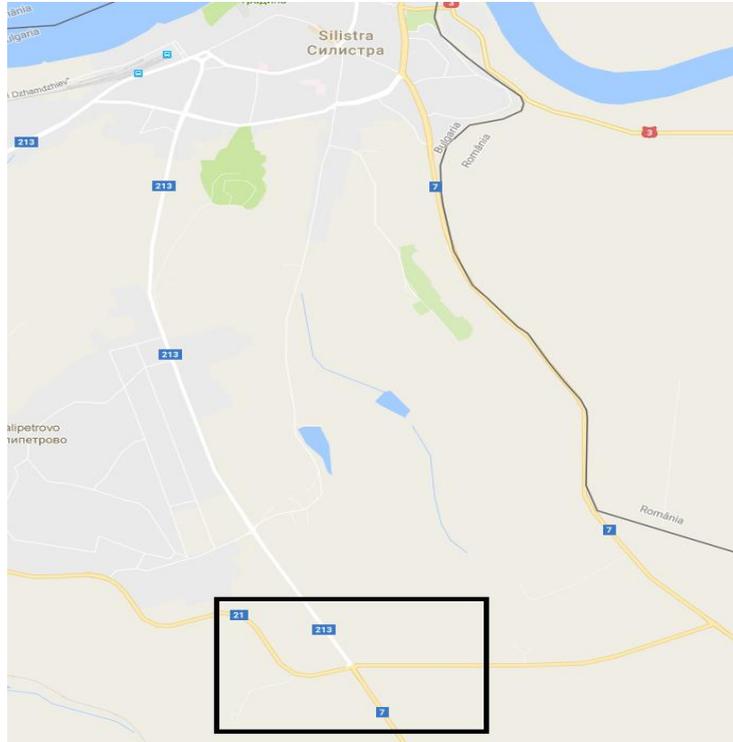


Abb. 1.1 Lageplan Kreuzung I-7 [Google Maps, 2016]

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist die Wahl einer optimalen Lösung zur Erneuerung der bestehenden Kreuzung unter folgenden Randbedingungen:

- Optimierung der Verkehrsqualität und Betriebsbedingungen
- Erhöhung der Verkehrssicherheit
- Gewährleistung eines zuverlässigen Entwässerungssystems

Um dieses Ziel zu erreichen, sind verschiedene Kriterien zu untersuchen:

- Leistungsfähigkeit
- Verkehrssicherheit
- Umweltverträglichkeit
- Platzbedarf
- Kosten

2. BESTANDSANALYSE - IST-ZUSTAND

2.1 Allgemeine Beschreibung der Kreuzung

Die Kreuzung verfügt derzeit über 4 Einmündungen vom Typ-II.

An der Kreuzung kreuzen sich die Straßen I-7 (Silistra-Shumen), II-21 und III-213 (nach Silistra). Die Bestimmung von den bulgarischen Landstraßen aus Klasse I ist den viel entfernten Transitverkehr auszuführen (z.B. von einer Staatgränze bis anderer Staatgränze). Sie bedienen großen Gebietsflächen und verflechten die Richtungen der größten Verkehrsströme in Bulgarien. Die Landstraßen aus Klasse II sind für mittelfernen Transitverkehre bestimmt. Sie haben Verteilungsfunktionen in das bulgarische Verkehrsnetz. Die Landstraßen aus Klasse II verdichten das Verkehrsnetz von erstklassigen Landstraßen und versichern eine optimale Strecke des Transitverkehrs. Alle anderen Straßen in Bulgarien, die solchen Charakteristiken nicht entsprechen, gehören zur Klasse III.

Die Kreuzung ist Teil von LOT 2.2. von Kilometer 1+773 bis Kilometer 55+535.00 und befindet sich auf dem Territorium der Bezirksstraßenverwaltung der Stadt Silistra (Siehe dazu Abb.3.1). Die Gemeinde Silistra befindet sich in Nordostbulgarien, in der östlichen Donauebene und ist eine der Bestandsgemeinden der Region Silistra. Ihr Relief ist flach und leicht hügelig von Nord nach Süd, mit einer Höhe über dem Meeresspiegel von 200 m im Süden und 50 m im Norden, durchzogen von tiefen Trockentälern(an einigen Stellen bis 100 m gegenüber dem umliegenden Gelände) .

Das Klima der Gemeinde Silistra ist charakterisiert durch gemäßigtes Kontinentalklima und gehört klimatisch zum Gebiet untere Donau. Charakteristisch für diese Region sind heiße Sommer, und strenge Winter. Die Niederschläge in dieser Region sind ungleichmäßig verteilt und unzureichend, wobei die größten Mengen in den Frühlingsmonaten und den frühen Sommermonaten auftreten, und die niedrigsten- im Winter. Die Schneedecke hält sich ca.50-60 Tage mit einer Dicke von 16-30 cm. Für die Region ist eine erhebliche Frosttiefe des Bodens charakteristisch.

Der Streckenabschnitt bedient den Transitverkehr auf der Landstraße I-7(von der Grenze zwischen Bulgarien und Rumänien-Stadt Silistra bis zur Stadt Yambol– Richtung Grenze zwischen Bulgarien und der Türkei) und auf der Landstraße II-21(von der Grenze zwischen Bulgarien und Rumänien-Stadt Russe- Richtung Grenze zwischen Bulgarien und der Türkei).

November 2016

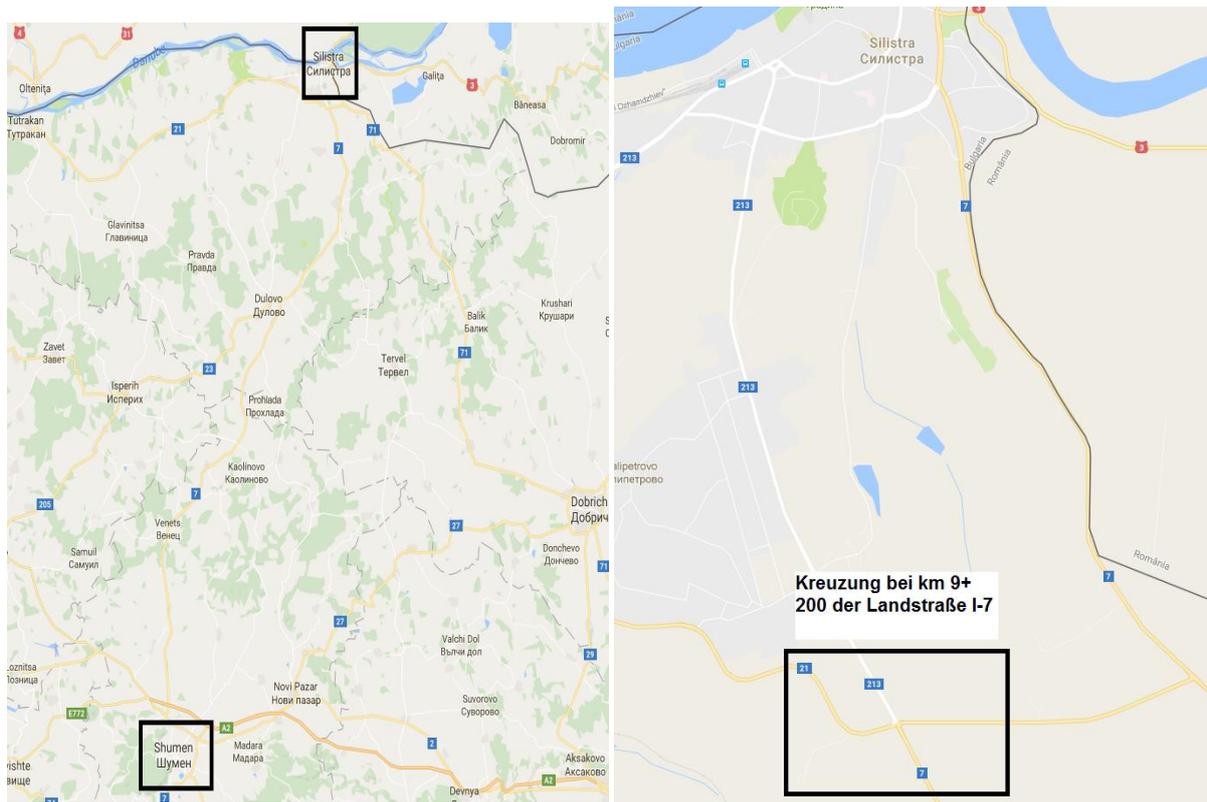


Abb. 2.1. Shumen-Silistra und Lageplan Kreuzung I-7 [Google Maps, 2016]

Bei der bestehenden Verkehrsorganisation und gemäß Veränderung der Klassifikation der Straßen des republikanischen Straßennetzes, ist die Landstraße I-7 der Landstraße III-218 untergeordnet, die eigentlich die direkte Verbindung Shumen-Silistra darstellt. Laut der durchgeführten Analysen sollte man die bestehende Kreuzung mit vier Einmündungen in eine verbreiterte Kreuzung mit ebenfalls vier Einmündungen umbauen oder einen neuen Kreisverkehr planen und bauen.

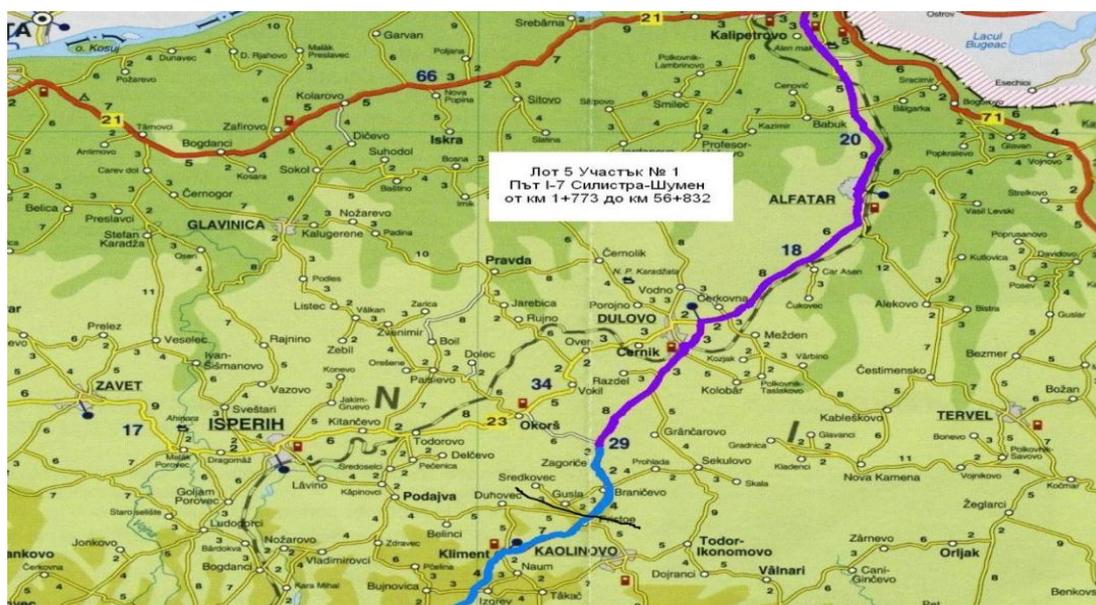


Abb.2.2 Lageplan Landstraße I-7 [bg360.net, Straßenmappe Bulgarien, 2016]

Das Gelände dieses Streckenabschnittes ist überwiegend flach. Für dieses Gebiet sind kleine Quer- und Längsneigungen charakteristisch. Die Einsicht in alle Richtungen ist gut.

Das Projekt wird mit technischen Elementen im Lageplan und im Längenschnitt realisiert, die einer Straße der I. Kategorie entsprechen und mit einer Entwurfsgeschwindigkeit der Straßenabschnitte, die in die Kreuzung einmünden von 90 km/h, gemäß Anforderungen der „Normen zur Straßenplanung“ 2010 [1], sowie unter der Bedingung zur größtmöglichen Berücksichtigung des existierenden Verkehrswegs und der Flurgrenzen.

Mit dem vorliegenden Projekt verändert sich der Umfang der Verkehrskreuzung, wobei die Hauptziele des Projekts sind:

- Minimale Berührung bzw. Beeinträchtigung der anliegenden Grundstücke,
- Erhöhung der Verkehrssicherheit und des Reisekomforts,
- Erleichterung der Kraftfahrzeugführer bzgl. Erkennung der Kreuzungsart und der Vorfahrtsrichtung bzw. Hauptstraße,
- sowie Verbesserung der Entwässerungslösung.

Der Streckenabschnitt verläuft nicht durch Wohnorte hindurch.

Die theoretischen Straßenachsen, die in die Kreuzung einmünden, wurden Projekten zu Umbau und Instandsetzung der entsprechenden Straßen entnommen -Landstraße I-7 – Projekt aus dem Jahre 1973 und Landstraße II-21-Projekt aus dem Jahre 1979.

2.2 Planliche Darstellung

Bestehende Positionen in Längenschnitte bei den Kreuzungseingängen:

Für Landstraße 1-7 -2x3.75m + 2x1.50m (Abmessung 10,5)

Für Landstraße 2-21 - 2x3.75m + 2x1.50m (Abmessung 10,5)

Für Landstraße 3-218- 2x3.75m + 2x1.50m – Gehsteig. (Abmessung 10,5)

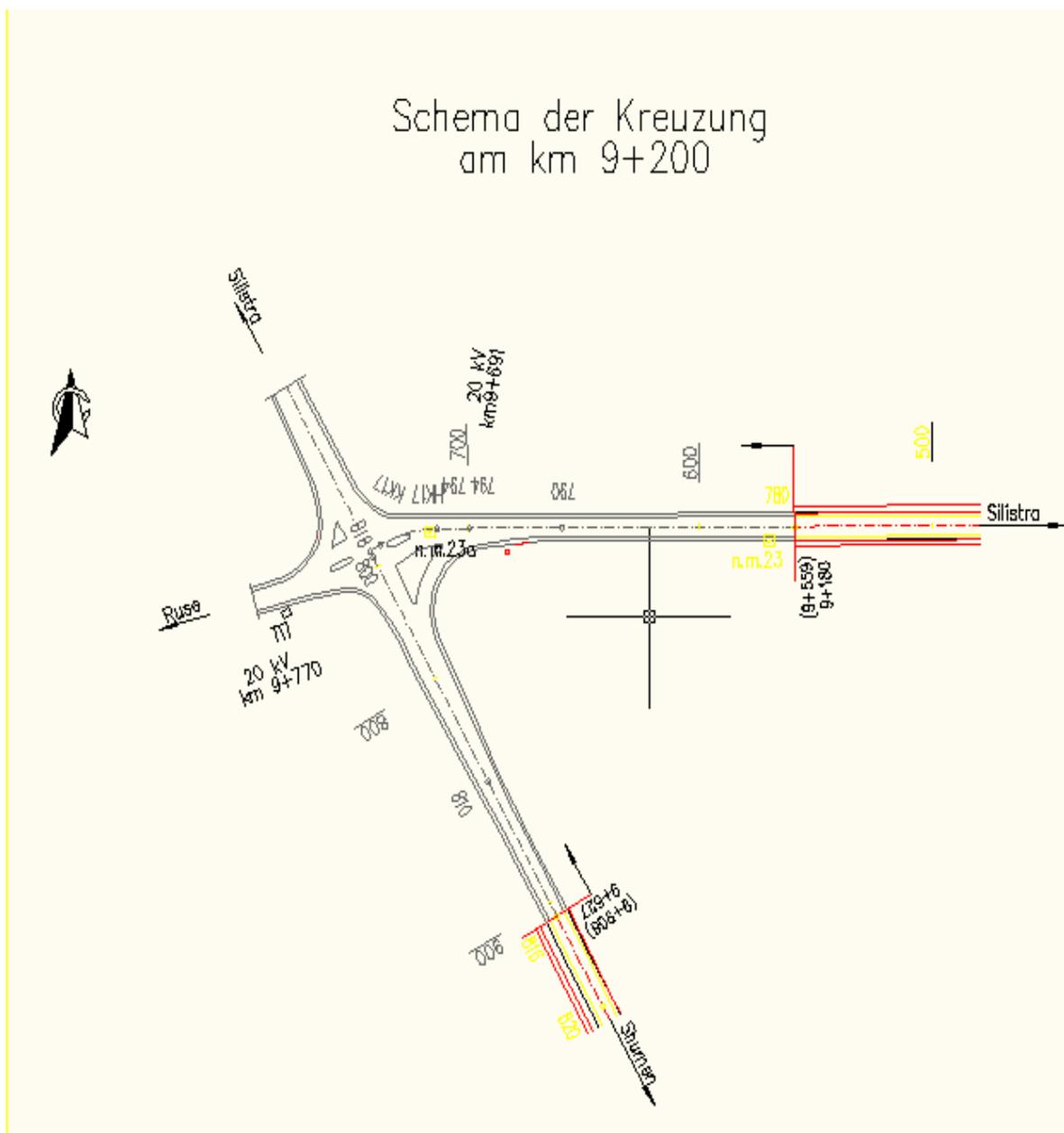


Abb.2.3. Schema der bestehenden Kreuzung

Die existierende Verkehrslösung ist in Zeichnung 1 (siehe Anhang 3 Plan Nr. 1) dargestellt. In dem Moment ist die Richtung Nord-Süd die Hauptrichtung (hat Vorfahrt) und die Richtung Ost-West ist die Nebenrichtung. Bei der Nebenrichtung besteht eine tropfenförmige und eine dreieckige Insel.

Die gleichen Abmessungen der sich kreuzenden Verkehrswege erschweren die Orientierung der Kraftfahrer, trotz Vorhandensein von Verkehrsinseln. (Die Hauptrichtung ist kaum erkennbar). Die Inseln stellen eine Ausführung mit Farbanstrich auf dem Fahrbahnplaster dar.

2.3 Oberbau

Laut den Archivangaben des „Zentrallabors für Straßen- und Brückenbau“ ist die bestehende Straßenkonstruktion wie folgt:

- Dichter Asphalt-Beton 4cm
- Nicht dichter Asphalt-Beton 4cm
- Bitumen- gebrochener Stein 13cm
- Nicht sortierter gebrochener Stein 36cm
- Sand (Drainschicht) 10cm

Bei einer Untersuchung des Belages wurde im Bereich der Kreuzung festgestellt, dass der Belag die notwendige Tragfähigkeit aufweist und nur eine zusätzliche Ausgleichsschicht benötigt.

2.4 Entwässerungssituation

Die Entwässerung ist wie folgt ausgeführt:

- Querneigung des Straßenbelages (1-3%)
- Längsneigung des Straßenbelages (1-2%)
- Einseitiges Entwässerungsgraben bzw.-rinne in der Richtung Tutrakan-Ruse

Der Allgemeine Zustand des Entwässerungssystems ist schlecht, die Rinnen weisen keine genügende Tiefe auf und müssen gereinigt werden.

Es fehlen mehrere der Betonelemente der ausgekleideten Rinnen.

2.5 Zustandsanalyse

Längs des Abschnitts werden viele Schäden beobachtet:

Quer-und Längsrissen

Risse in der Fahrbahnbefestigung können viele Ursachen haben. Dabei ist zwischen Einzelrissen und NetZRissen zu unterscheiden. Einzelrisse treten auf, wenn der Baustoff ermüdet oder unten liegende Risse nach oben durchschlagen (so genannte Reflexionsrisse).[2]

In der Achse der Straße gibt es eine offene Längsfuge, ungefähr 2 cm breit, aufgrund der Ausführung der Straße, die beiden Fahrbahnen wurden nacheinander gebaut, ohne vorgesehene spezielle Bearbeitung der Fuge.

Netzrisse

Netzrisse entstehen in der Regel wegen zu hoher Verkehrsbelastung und zu geringer Schichtdicken sowie schlechter Tragfähigkeit des Ober- und Unterbaus.[2]

Ca.130 m² ,hauptsächlich in den Abbiegebereichen, die mit der Zeit aufgetreten sind, aufgrundmangelhafter Ausführung bei der Verbreiterung der Fahrbahn für die rechte Abbiegespur.

Aufwölbungen

Die Aufwölbung ist eine wulstartige Erhebung der Fahrbahnoberfläche im Bereich der Rollspurränder. Dieser Schaden tritt nur bei Asphaltbelag auf und ist oftmals eine Begleiterscheinung von Spurrinne und Rissen. Durch die Aufwölbung geht die geforderte Längs- und v.a. Querebenheit der Fahrbahn verloren (siehe dazu Abb. 2.4).

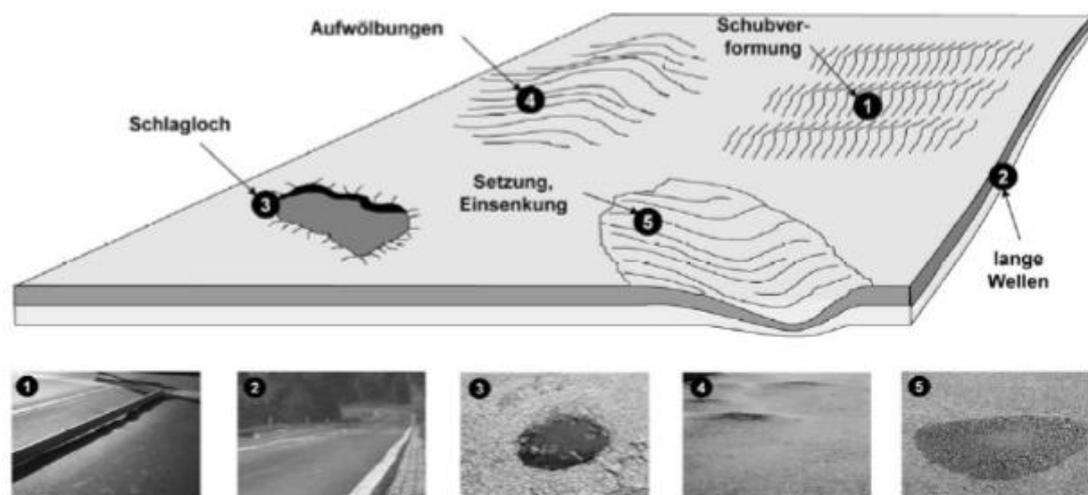


Abb.2.4 Querschäden des Straßenbelags [3]

Spurrinnen

Spurrinnen (siehe dazu Abb 2.5) sind in Straßenlängsrichtung verlaufende Fahrbahnvertiefungen, die vor allem durch Verdrückung und Nachverdichtung desAsphaltsinfolge der Einwirkung von hohenRadlastenausSchwerlastverkehrentstehen. Besonders im Bereich von Langsamfahrstellen, Bushaltestellen, Steigungsstrecken oder Knotenpunkten treten häufig im Laufe der Zeit Spurrinnen auf. Spurrinnen verändern dieQuerneigungder Fahrbahn und verhindern, dass das Oberflächenwasserrasch abgeleitet wird. Das in den Vertiefungen gesammelte Oberflächenwasser beeinträchtigt die Verkehrssicherheit, Aquaplaning kann entstehen. [2]

Im Bereich der Kreuzung sind eindeutig Spurrinnen in der Fahrspur für die rechte Abbiegespur in Richtung Yambol-Varna zu erkennen, und zwar mit einer mittleren Tiefe von 5-7 cm.

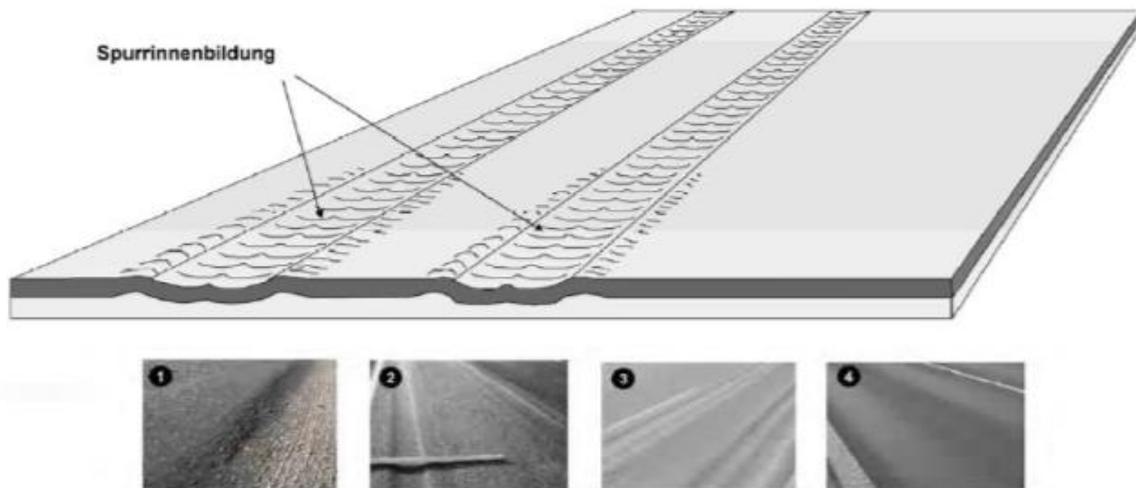


Abb.2.5.Längsschäden des Straßenbelags [3]

Ausbrüche

Ausbrüche sind Folgeschäden von Frostaufbrüchen (blasenartige Aufwölbungen oder Spalten), bei dem die Ränder weggebrochen sind. Im Laufe einiger Tage bis Wochen verbreitert und vertieft sich der Schade, was zu Frostschäden bis zu einem Ausmaß von etwa 1 Quadratmeter Größe bzw. 20 cm Tiefe gehen kann. Durch häufigen Wechsel von Frost- und Tauperioden können in wenigen Wochen durch Frostaufbrüche bis zu knöcheltiefe Ausbrüche in Fahrbahnen entstehen. Frostaufbrüche treten auf, wenn Wasser durch die defekte Oberfläche eines Straßenbelages eindringen kann und beim Frieren die Eissprengung diese Risse vergrößert. Auch seitlich oder von unten her kann Wasser eintreten, das jedoch bei einer intakten Straße durch die frostschtzende Schotterung im Oberbau vermieden wird. Besonders häufig sind diese Aufbrüche auf Nebenstrecken, wenn die Straßenschäden der vergangenen Jahre teilweise nur oberflächlich saniert worden sind, oder auf Fahrwegen und wassergebundenen Decken. [2]

Im Bereich der Kreuzung gibt es ca. 25 m² Ausbrüche.

Sonstige Schäden

Offene Nähtwerden erzeugt, wenn Fehler beim Einbau von Walzasphalt gemacht wurden oder die Fugenausbildung mangelhaft ausgeführt wurde.

Das Auftreten von mangelhafter Griffigkeit auf Fahrbahnoberflächen hängt mit dem Polieren der Gesteinskörnung oder einer Überfettung der Asphaltdeckschicht zusammen.

Unebenheiten und Verformungen finden ihre Ursache in zu schwach dimensionierten Straßenbefestigungen sowie einem mangelhaften Schichtenverbund.

Ein fehlender Wasserabfluss kommt zustande, wenn die Entwässerungseinrichtungen der Straße nicht oder nur unzureichend funktionieren und daher Oberflächenwasser auf der Fahrbahn verbleibt.

Mangelhafte Fahrbahnmarkierungen treten auf, wenn sich Teile der Fahrbahnmarkierungen ablösen oder abbrechen und ihre Wirkung damit verloren geht. [2]

2.6 Leistungsfähigkeitsnachweis

Aufgrund des Mangels an Ausgangsdaten für die Verkehrsbelastungen in den verschiedenen Richtungen, sind die Ausgangsdaten für die Bemessungsverkehrstärke der Einfahrten bei dem Kreisverkehr, die aus „Zentrallabors für Straßen- und Brückenbau“ [4] freigestellt sind, benutzt. Die Verkehrsbelastungen für jeder Richtung würden wie folgt sein:

- Richtung 1 – Silistra (Staatgränze) – 510 PKW/h
- Richtung 2 – Silistra (Stadtzentrum) – 480 PKW/h
- Richtung 3 – Tutrakan (Russe) – 430 PKW/h
- Richtung 4 – Shumen – 490 PKW/h

Die Werte für „Kreuzende“ und „Rechtseinbiegende“ in jeder Richtung sind nicht verfügbar, deshalb sind diese relativ aufgeteilt.

Die Bezeichnung der einzelnen Verkehrsströme an der vierarmigen Kreuzung erfolgt gemäß Abb. 2.6 .

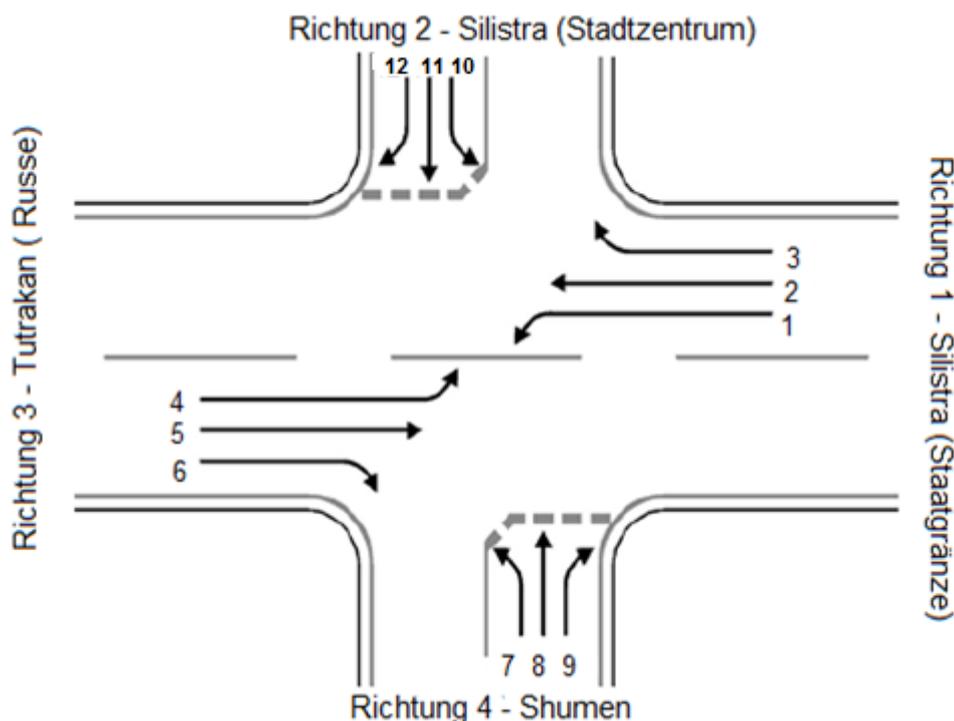


Abb.2.6 Bezeichnung der Indizes der Verkehrsrelationen an der bestehenden Kreuzung [5]

Grundleistungsfähigkeit für die Verkehrsströme

Die Grundleistungsfähigkeit G_i (PKW-E/h) eines Verkehrsstromes ist maximale Leistungsfähigkeit für diesen Verkehrstrom ohne Rückstau in einem übergeordneten Verkehrstrom . [5]

Die maßgebenden Hauptstrombelastung q_p sind gemäß Tab. 1.1 zu ermitteln.

Tab.1.1 Ermittlung der maßgebenden Hauptstrombelastungen für die Kreuzung [5]

Nebenstrom	Nr.	Maßgebende Hauptstrombelastung q_p
Linksabbieger von der übergeordneten Straße	1 7	$q_8 + q_9$ $q_2 + q_3$
Linkseinbieger aus der untergeordneten Straße	4 10	$q_1 + q_2 + 0,5 \cdot q_3 + q_7 + q_8 + 0,5 \cdot q_9 + q_{11} + q_{12}$ $q_1 + q_2 + 0,5 \cdot q_3 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8 + 0,5 \cdot q_9$
Kreuzende aus der untergeordneten Straße	5 11	$q_1 + q_2 + 0,5 \cdot q_3 + q_7 + q_8 + q_9$ $q_1 + q_2 + q_3 + q_7 + q_8 + 0,5 \cdot q_9$
Rechtseinbieger aus der untergeordneten Straße	6 12	$q_2 + 0,5 \cdot q_3$ $q_8 + 0,5 \cdot q_9$

Berechnung die maßgebenden Hauptstrombelastungen :

In Abbildung 2.7 werden die folgenden Verkürzungen verwendet sein :

Tab.1.2 Bezeichnung der Linien in Abbildungen 2.7 [5]

I	innerorts
iB	außerorts, innerhalb von Ballungsräumen
aB	außerorts, außerhalb von Ballungsräumen
oR	ohne Rechtsabbiegestreifen oder Dreiecksinsel
mR	mit Rechtsabbiegestreifen oder Dreiecksinsel
V	Verkehrszeichen „Vorrang geben“, lt. StVO § 52 Z. 23
H	Verkehrszeichen „Halt“, lt. StVO § 52 Z. 24

Aus den Ausgangsdaten:

$q_2 = 143$ (Fz/h), $q_3 = 61$ (Fz/h), $q_8 = 24$ (Fz/h), $q_9 = 353$ (Fz/h), $q_{11} = 188$ (Fz/h), $q_{12} = 168$ (Fz/h)

Wir berechnen :

$q_1 = q_8 + q_9 = 24 + 353 = 377$ Fz/h – Hauptbelastung für die Linksabbieger von der übergeordneten Straße (Richtung 1)

Aus Abb. 2.7 lesen wir eine Grundleistungsfähigkeit für die Linksabbieger von Richtung 1 = 860 PKW-E/h

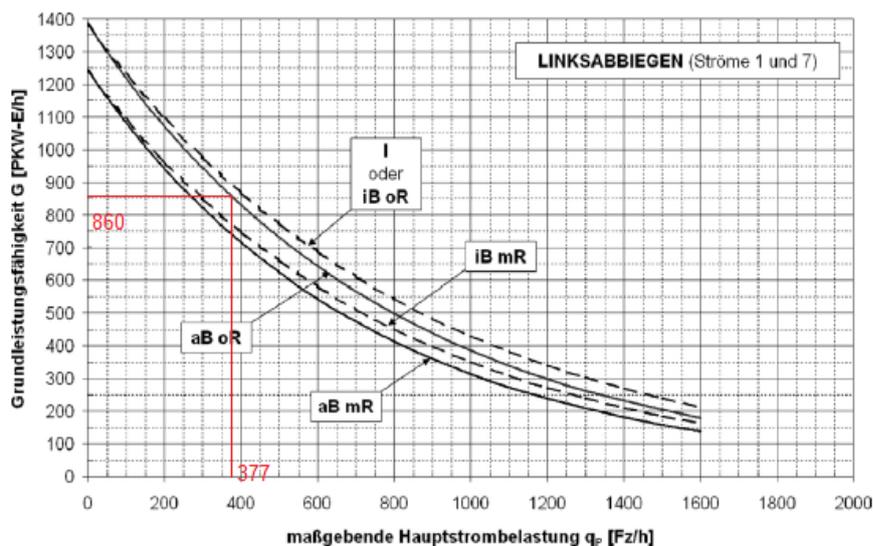


Abb.2.7 Grundleistungsfähigkeit für das Fahrmanöver Linksabbiegen von Richtung 1 [5]

Berechnung von der Leistungsfähigkeit des einzelnen Verkehrstromes:

Uneingeschränkt bevorrangten Verkehrströmen, das sind geradeaus Fahrende auf der übergeordneten Straße (Strom 2) und Rechtsabbieger aus der übergeordneten Straße (Strom 3), wird folgende Leistungsfähigkeit zugrunde gelegt [5]:

$L_i = 1800$ (PKW-E/h) \Rightarrow $L_2 = 1800$ (PKW-E/h) und $L_3 = 1800$ (PKW-E/h)

Die Leistungsfähigkeit für das Linksabbiegen (Strom 1) ergibt sich für die Kreuzung [5] :

$L_i = G_i \Rightarrow L_1 = 860$ (PKW-E/h)

Mit einer Erhöhung der Verkehrsbelastung mit 4% per Jahr wird die Verkehrsbelastung im Jahr 2030 $q_p = 735$ PKW-E/h sein. Das heißt, dass die Leistungsfähigkeit für diesen Zeitraum erfüllt sein wird.

Nach einer Ankunft mit der Verkehrspolizeiabteilung des Landsamtes von Gemeinde Silistra [6], sind an dieser Kreuzung, für Jahr 2012, 31 Unfälle mit Personenschäden registriert. Bei diesen Unfällen waren 8 Personen umgekommen und 23 waren verletzt. Aus diesem Grund muss die bestehende Kreuzung umgebaut sein.

In dem „Verordnung über die Planung und Gestaltung von Kommunikations- und Verkehrssysteme in staatlichen Gebieten“ [7] stehen die folgende Bedingungen für den Umbau einer bestehenden Kreuzung in einen Kreisverkehr :

- Ein großer Prozentsatz des Linksabbiegens
- Etwa gleiche Eingangverkehrsbelastungen aus allen Richtungen
- Gesamtverkehrsbelastung nicht größer als 5000 F / h
- Die summarische Belastung der gesamten Links- und Rechtsabbiegen aus jeder Richtung größer als das entsprechende Belastung des Fahrmanöver Kreuzen sind.

Aus den Ausgangsdaten [4] ist die Gesamtverkehrbelastung 1910 PKW/h und die Eingangbelastungen etwa gleich sind .

Für die untersuchten Belastungen für Richtung 1 können wir feststellen , dass die Hauptbelastungen $q_1= 377$ PKW/h ca 65% von der gesamten Belastung ist und die summarische Belastung aus den Links- und Rechtsabbiegen ($q_1+ q_3=438$ PKW/h) größer als die Belastung des Kreuzens ($q_2=143$ PKW/h) ist .

3. MÖGLICHE PLANUNGSVARIANTE

3.1 Allgemeine Theorie der Knotenpunkte und Kreuzungen

Ein Anlage, die als Verknüpfung zweier oder mehrerer Straßen dient, wird als Knotenpunkt bezeichnet. Die Kreuzung ist ein Knotenpunkt mit mehr als drei Knotenpunktarmen, die mindestens zwei durchgehend befahrbare Straßen bilden.

Nach der Art der Ausführung sind verschiedene Formen von Knotenpunkten zu unterscheiden:

- Plangleiche Knoten- eine Kreuzung zwischen Straßen auf gleichem Niveau. Die Verkehrsströme kreuzen sich.
- Planfreie Knoten- eine Kreuzung auf unterschiedlichen Ebenen
- Gemischte Knoten- besitzen Elemente der planfreien und der plangleichen Kreuzungen

Plangleiche Kreuzungen

Grundformen plangleicher Knotenpunkte:

Die Knotenpunktform ist abhängig von der Art des Verkehrsablaufes und der vorgesehenen Verkehrsregelung. Weitere Einflussgrößen sind:

- gesamte Verkehrsstärke am Knotenpunkt;
- die möglichen bzw. notwendigen Verkehrsbeziehungen;
- die Größe der einzelnen Ströme;
- das Verhältnis der Ströme untereinander;
- die Entwurfsgeschwindigkeit und die Querschnitte der zusammentreffenden Straßen

Planfreie Kreuzungen

Planfreie Kreuzungen setzen sich aus den Teilbereichen zusammen:

- Durchgehende Fahrbahnen
- Ausfahrbereiche
- Einfahrbereiche
- Verbindungsfahrbahnen(-rampen)

- Verflechtungsbereiche

Die Gestaltung planfreier Knotenpunkte hängt von folgenden Faktoren ab: Lage des Knotenpunktes im Netz, Art und der Anzahl der zu verbindenden Straßen, geometrische Zusammenführung der Verkehrsströme, Art und Führung der Verbindungsrampen und Verkehrsstärken.

„Planfreie Knotenpunkte sind daher nur Knotenpunkte, die in allen Teilknotenpunkten lediglich die Führung Ein- und Ausfädeln beinhalten, d.h. in der Regel Autobahn- bzw. Landstraßendreiecke.“ [8] In diesem Projekt ist die Lösung mit einer planfreien Kreuzung nicht erforderlich.

Unterteilung der Knotenpunkte:

Die Knotenpunkte können nach der Lage, der Grundform und der Vorfahrtregelung unterteilt werden. Nach der Lage unterscheidet man Knotenpunkte außerorts und innerorts.

Die verschiedene Zahl von Knotenpunktarmen führt zu zwei Grundformen der Knotenpunkte - Einmündung und Kreuzung. Der Kreisverkehr ist noch eine spezielle Grundform, wo nach RVS 03.05.14 mehrere Straßen plangleich in eine richtungsgebundene Kreisfahrbahn einmünden, je nach Art der Vorfahrtregelung:

- ohne Lichtsignalanlage (LSA)
 - o rechts vor links- Regelung
 - o Vorfahrt nach Verkehrszeichen
- mit Lichtsignalanlage (LSA)

In unserem Fall befindet sich die bestehende Kreuzung außerorts und verbindet 2 verschiedene Straßenklassen, die annähernd gleich belastet sind. Hier würde eine Lösung mit LSA die Leistungsfähigkeit noch verschlechtern. Dies allein spricht gegen die Wahl dieser Lösung.

3.2 Kreuzung:

Die erste Planungsvariante ist eine Umgestaltung der bestehenden Kreuzung durch Fahrbahnverbreiterung.

Bei einer Kreuzung schneiden sich zwei oder mehrere Fahrbahnen verschiedener Straßen (Abb. .1).

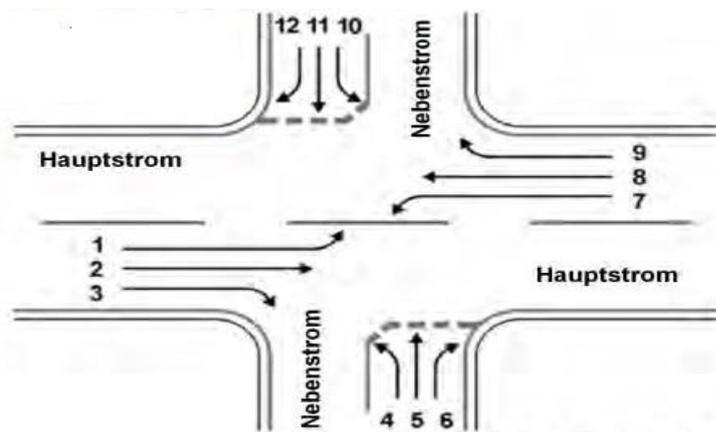


Abb. 3.1: vierarmige Kreuzung mit allen Verkehrsbeziehungen[9]

Elemente der Knoten:

Die Definitionen der folgenden Elemente wurden der RVS 03.05.12 [10] und der Vorlesung Knotenpunkte im Straßennetz [9] entnommen.

- Durchgehende Fahrstreifen

Im Knoten sollen die Fahrstreifen für den durchgehenden Verkehr die Regelbreite der anschließenden Straßenabschnitte einschließlich einer allenfalls vorhandenen Fahrflächenverbreiterung im Bogen gemäß RVS 03.03.23 aufweisen. Um aber das Einbiegen nicht zu erschweren und aus Gründen der Übersichtlichkeit, Sicherheit, Leistungsfähigkeit und Oberflächenversiegelung soll die gesamte Fahrfläche im Kreuzungsbereich so klein wie möglich gehalten werden.

- Links- und Rechtsabbiegestreifen

Das Erfordernis von Links- und Rechtsabbiegestreifen muss nach RVS 03.05.12 überprüft werden.

- Linkseinbiegestreifen

Linkseinbiegestreifen sind aus Gründen der schlechten Begreifbarkeit und der ungünstigen Sicht beim Einordnen in den übergeordneten Hauptverkehrsstrom nur in begründeten Sonderfällen auszuführen.

- Rechsteinbiegestreifen

Bei zweistreifigen Straßen sind Rechsteinbiegestreifen auf besonders zu begründende Fälle zu beschränken. Wird ein Rechsteinbiegestreifen angeordnet, soll auch eine Dreieckinsel angeordnet werden.

- Fahrbahnteiler

Fahrbahnteiler dienen der Verbesserung der Verkehrsführung im Knoten. Sie erhöhen die Erkennbarkeit des Knotens (Verdeutlichung des Knotens bei besonderen

topographischen Verhältnissen) und bieten Fußgängern und Radfahrern Schutz beim Überqueren der Fahrbahn. Bei einer Anordnung in der übergeordneten Straße dienen sie zusätzlich der Geschwindigkeitsreduktion im Knotenpunktsbereich.

- Dreieckinsel

Dreieckinseln dienen der Ordnung der Verkehrsströme. Voraussetzung für die Anordnung einer Dreieckinsel ist die Anordnung eines Fahrbahnteilers in der untergeordneten Straße. Die Dreieckinsel ist im Regelfall nur in der Einfahrt in die untergeordnete Straße vorzusehen.

Wenn an Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage Verkehrsströme nicht mehr ohne erhebliche Zeitverluste bewältigt werden können, kann eine Lichtsignalanlage in Verbindung mit einer entsprechenden baulichen Gestaltung des Knotenpunkts eine Verbesserung des Verkehrsablaufs bewirken. Die Einrichtung einer Lichtsignalanlage kann auch im Zusammenhang mit Überlegungen erforderlich werden, die im Interesse einer zweckmäßigen Verkehrsführung im Straßennetz über die Betrachtung des Verkehrsablaufs am einzelnen Knotenpunkt hinausgehen.

Der Verkehrsablauf ist am einzelnen Knotenpunkt als verbesserungsbedürftig anzusehen, wenn :

- sich in mindestens einer wartepflichtigen Zufahrt oder durch Linksabbieger in der Hauptrichtung während bestimmter Zeiten regelmäßig ein großer Stau bildet;
- einzelne wartepflichtige Kraftfahrzeuge regelmäßig unzumutbar lange (z. B. länger als zwei bis drei Minuten) warten müssen.

3.3 Kreisverkehr

Die zweite Planungsvariante ist die Errichtung eines Kreisverkehrs.

„Ein Kreisverkehr ist eine Form der kreisförmigen Kreuzungen, in denen der Verkehr gegen den Uhrzeigersinn um eine zentrale Insel kreist. Als Regel gilt, dass die sich im Kreis bewegendes Fahrzeuge Vorfahrt haben. Diese Regel beugt einer eventuellen Blockierung des Kreisverkehrs vor, da nicht mehr Fahrzeuge hineinfahren können, und zwar so lange nicht, bis sich entsprechend ausreichende Lücken im Kreisverkehr ausgebildet haben. Zudem wird die Errichtung von kleineren Kreisverkehren empfohlen, damit die erforderliche und geeignete horizontale Fahrkurve der Fahrzeuge erreicht wird und demzufolge ein langsames Einfahren in die Kreuzung und niedrige Geschwindigkeiten im Kreisverkehr sichergestellt werden.“

Kreisverkehre werden in drei grundlegende Kategorien je nach Größe und Anzahl der Fahrspuren unterteilt, um die Diskussion über eine bestimmte Leistung oder Design-Fragen zu erleichtern“ [11] :

- Mini-Kreisverkehre,

Kreisverkehr mit einem Außendurchmesser von weniger als 26,0 m und einer überfahrbaren Mittelinsel. Sie sind als Sonderfälle nur innenorts bei beengten Platzverhältnissen und Verkehrsgeschwindigkeiten bis zu 50 km/h anzuwenden. Die Minikreisverkehre können an Kreuzungen mit Gesamtverkehrsstärken bis zu 10.000 Kfz/24h vorgesehen werden[10]

- Einstreifiger Kreisverkehre

Kreisverkehr mit einer einstreifigen Kreisfahrbahn und einstreifigen Ein- und Ausfahrten ist einstreifiger Kreisverkehr. Solche Kreisverkehre stellen den Regelfall eines Kreisverkehrs dar und sind, wenn nicht besondere Gründe dagegen sprechen, den anderen Kreisverkehrformen vorzuziehen. Die einstreifigen Kreisverkehre können Gesamtverkehrsstärken bis etwa 25.000 Kfz/24h aufnehmen. [10]

- Mehrstreifige Kreisverkehre

Kreisverkehr mit einer mehrstreifigen Kreisfahrbahn und ein- oder mehrstreifigen Ein- und Ausfahrten. 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. Die mehrstreifigen Kreisverkehre können auch über 30.000 Kfz/24h aufnehmen. [10]

In einigen Fällen kann der Kreisverkehr eine unterschiedliche Anzahl von Fahrspuren auf einem oder mehreren Ansätzen (z. B. zweispurige Einträge auf der Hauptstraße und einspurige Einträge auf der Nebenstraße) haben. Die Geschwindigkeiten am Eingang zur Kreisfahrbahn und am Ausgang sind ähnlich oder etwas höher als die für den einstreifigen Kreisverkehr. Die geometrische Gestaltung enthält:

- 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.

Ein typischer mehrspuriger Kreisverkehr ist in Abb.3.2 dargestellt :

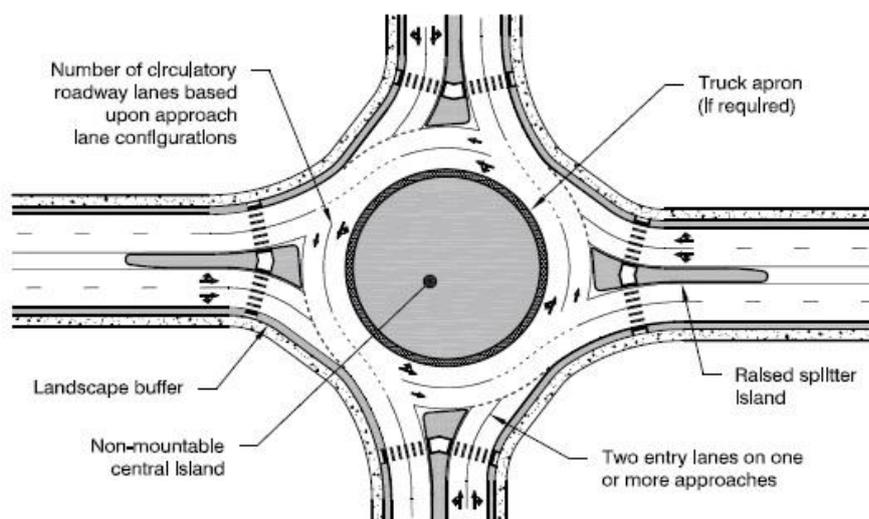


Abb. 3.2: Mehrspuriger Kreisverkehr – Bestandteile [11]

Verkehrsbetrieb:

Der Betrieb des Fahrzeugverkehrs in einem Kreisverkehr wird durch die Annahme von den Grenzzeitlücken ermittelt: die eintretenden Fahrzeuge suchen und akzeptieren Grenzzeitlücken im zirkulierenden Verkehr. Die niedrigen Geschwindigkeiten in einem Kreisverkehr erleichtern diesen Prozess der Lückenbildung. Darüber hinaus ist die Betriebseffizienz (Kapazität) von Kreisverkehren aufgrund folgender Tatsachengrößen bei niedrigeren Umlaufgeschwindigkeiten:

- Je schneller der Verkehr zirkuliert, desto größer sind die Lücken, die der einfahrende Verkehr benötigt. Dies führt zu weniger akzeptablen Lücken und daher zu mehr Fällen, wo die einfahrenden Fahrzeuge an der Haltelinie stoppen müssen.
- Der eintretende Verkehr, der zunächst an der Haltelinie gestoppt wurde, erfordert noch größere Lücken im umlaufenden Verkehr, um zu beschleunigen und sich in den zirkulierenden Verkehr zu integrieren.

Fahrzeugverzögerung und Warteschlangen :

Beim Betrieb funktioniert der Kreisverkehr im Rahmen seiner Kapazität (Leistungsfähigkeit) üblicherweise mit geringeren Fahrzeugverzögerungen als andere Kreuzungsformen. Bei einem Kreisverkehr ist es nicht zwingend, dass der Verkehr zum

Stillstand kommt, wenn keine Konflikte auftreten. Die Leistung der Kreisverkehre außerhalb der Spitzenzeiten ist besonders gut im Vergleich mit anderen Arten von Knotenpunkten, in der Regel mit sehr geringerer durchschnittlicher Verzögerung.

4. BEWERTUNGSKRITERIEN UND –METHODEN

Die erste Maßnahme, ein Verkehrsproblem zu lösen, ist die Wahl der am besten geeigneten Straßenverkehrsführung, die höchsten Anforderungen bzgl. Sicherheit, Leistung, minimalen Kosten für Bau und Unterhalt genügen würde.

Die Kreisverkehre konkurrieren erfolgreich mit den Kreuzungen, geregelt durch Verkehrszeichen. Die Hauptkriterien für das Vergleichen verschiedener Arten von Kreisverkehren sind:

- Leistungsfähigkeit
- Sicherheitsniveau
- Umweltverträglichkeit
- Platzbedarf
- Kosten

4.1 Leistungsfähigkeit

Einige der wichtigsten Kriterien für den Vergleich von verschiedenen Kreuzungsvarianten sind Leistungsfähigkeit, Wartezeiten, Staulänge (Warteschlangen) und Sicherheitsniveau.

Kriterien für den Verkehrsablauf sind die Kapazität und die Qualität des Verkehrsablaufs. Die Leistungsfähigkeit von Knotenpunkten wird nur für den Kfz-Verkehr betrachtet und beschrieben durch die größte Anzahl an Fahrzeugen, die je Zeiteinheit den Knotenpunkt passieren können. Die Qualität des Verkehrsablaufs ist gekennzeichnet durch :

- die Länge der Wartezeiten bis zum Passieren des Knotenpunktes
- die Anzahl der erforderlichen Halte
- Häufigkeit und Länge des Rückstaus
- Erforderliche Umwege (bzw. Umleitungen) zum Passieren des Knotenpunktes

Den Wartezeiten kommt eine besonders hohe Bedeutung zu. Sie bestimmen die Qualität des Verkehrsablaufs. Für alle Richtungen muss eine ausreichende Leistungsfähigkeit gewährleistet werden, so dass minimale Wartezeiten und Staulängen entstehen.

In der zu behandelnden Kreuzung lassen sich folgende Faktoren beobachten, die die Leistungsfähigkeit verschlechtern:

- Shumen-Silistra ist derzeit die Hauptrichtung, durch die die Kreuzung mit einer Abbiegespur führt. Das führt zu einer zu großen Geschwindigkeitsverminderung (bis zu 20 km/h) des Verkehrsstromes.

4.2 Verkehrssicherheit

Verkehrssicherheit muss für alle Verkehrsarten garantiert sein.

Kriterien für die Verkehrssicherheit sind die Unfallhäufigkeit, der Unfalltyp und die Unfallschwere (Sachschaden, Leicht- bzw. Schwerverletzte, Unfalltote). Für die Beurteilung der Verkehrssicherheit sind nicht nur tatsächlichen Unfälle relevant, sondern auch potenzielle Konflikte, d.h. gefährliche Situationen ohne Unfallfolge, die durch Mängel z.B. bei der Erkennbarkeit, Begreifbarkeit, Übersichtlichkeit, Befahrbarkeit etc. des Knotenpunktes verursacht worden sind. Dies ist umso wichtiger, wenn Unfallereignisse relativ selten vorkommen; gemäß der Verkehrskonflikttechnik sind gefährliche Situationen und Beinaheunfälle ebenso zu erfassen (siehe dazu Abb.4.1).

Rechtzeitige Erkennbarkeit: die Kraftfahrer erkennen rechtzeitig die erforderlichen Fahrmanöver bei Annäherung;

Gute Übersichtlichkeit: die wartepflichtigen Kraftfahrer sollen die bevorrechtigten Verkehrsteilnehmer rechtzeitig sehen;

Gute Begreifbarkeit: für alle Verkehrsteilnehmer sollen die maßgebenden Handlungen eindeutig ersichtlich sein (Einordnen, Abbiegen, Vorfahrt);

Ausreichende Befahr- bzw. Begehrbarkeit: die fahrdynamischen und fahrgeometrischen Eigenschaften der Fahrzeuge sollen erfüllt sein.

Im Hinblick auf die Verkehrssicherheit ist es ratsam, sowohl die Geschwindigkeit des Kfz-Verkehrs an Knotenpunkten als auch die Anzahl der Konfliktpunkte gering zu halten (Siehe dazu Abb. 4.1).

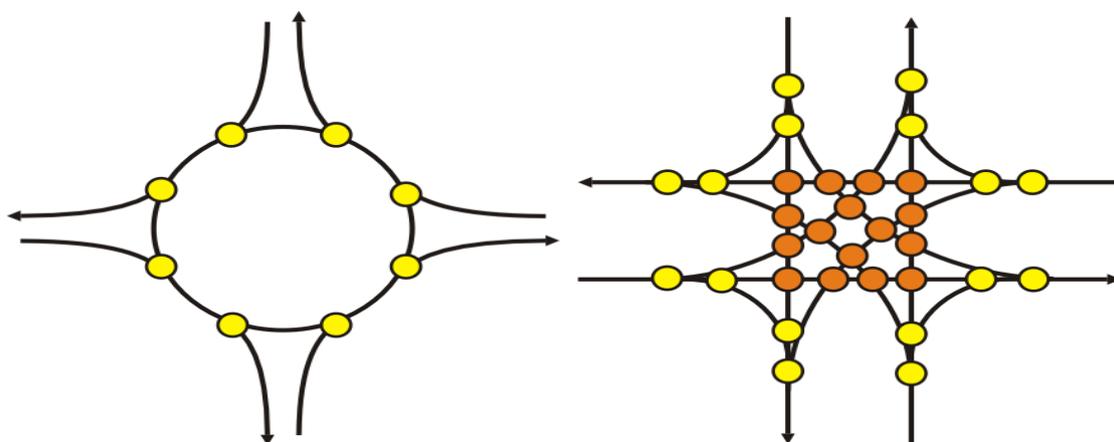


Abb. 4.1 Konfliktpunkte bei verschiedene Kreuzungstypen.[9]

Derzeit gibt es um die Kreuzung herum üppigen Pflanzenwuchs, der die Sicht der Fahrer beeinträchtigt.(siehe dazu Abb.4.2)

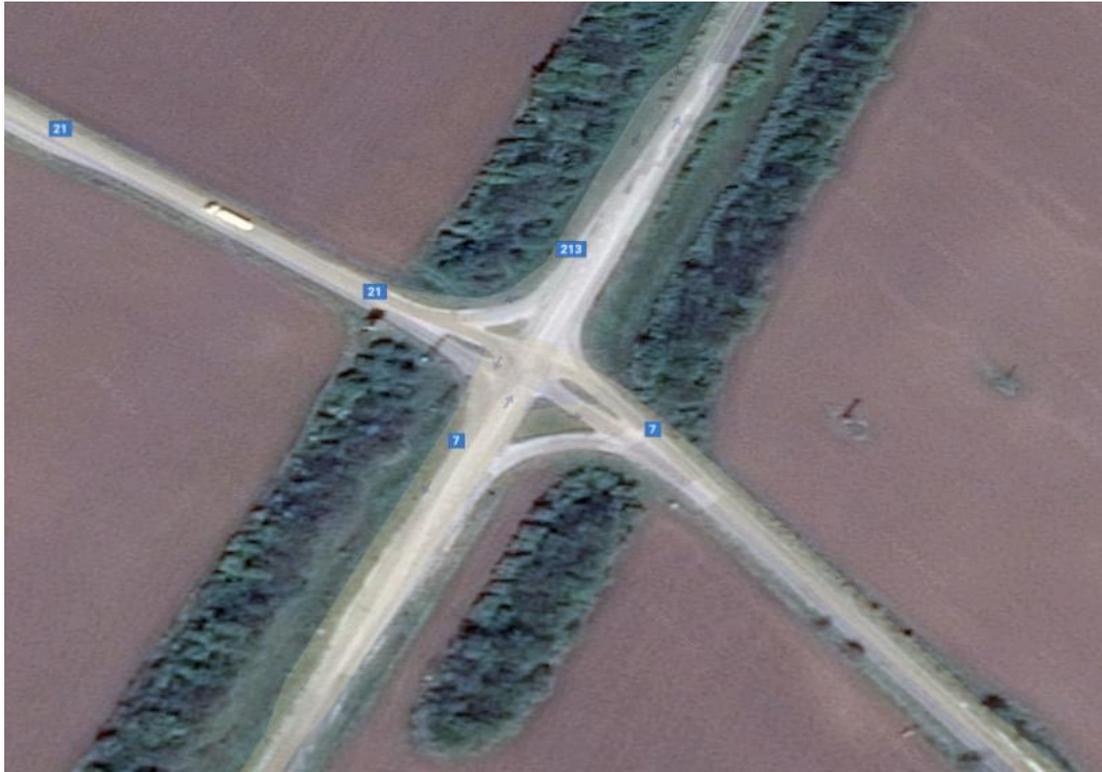


Abb.4.2. Die Kreuzung aus Vogelperspektive [Google Maps, 2016]

Die gleichen Abmessungen der sich kreuzenden Verkehrswege erschwert den Kraftfahrern die Bestimmung der Hauptrichtung im Bereich der Kreuzung, was auch zu Konfliktsituationen führt (in der Hauptrichtung gibt es eine tropfenförmige und eine Dreieckinsel).

4.3 Umweltverträglichkeit

Gerade weil Bau und Betrieb einer Straße (in unserem Fall – Umbau einer Kreuzung) oft kritische Auswirkungen auf die Umwelt haben können, muss der Straßenbauer jeden Aspekt der Umweltverträglichkeit genau prüfen.

Die Belange von Umwelt und Wirtschaftlichkeit und die Erfordernisse des Verkehrs können sich bei einer solchen Prüfung widersprechen. Gesetze, Verordnungen und Richtlinien stellen sicher, dass der Umwelt bei der Planung von Straßen Rechnung getragen wird. Für alle Planungsphasen ist eine Beteiligung der Öffentlichkeit, besonders der Betroffenen, vorgesehen.

Die Umweltverträglichkeitsstudie

„Beim Bau neuer und bei wesentlichen Änderungen bestehender Straßen muss zur wirksamen Umweltvorsorge eine Umweltverträglichkeitsstudie erstellt werden, in der die Auswirkungen auf die Umwelt frühzeitig und umfassend ermittelt, beschrieben und bewertet sowie Varianten beurteilt werden.“

Die Umweltverträglichkeitsstudie wird nach den Vorgaben des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung des Merkblattes zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung und der Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Straßenbau erarbeitet.“ [12]

Das Ergebnis dieser Umweltverträglichkeitsstudie wird frühzeitig bei allen behördlichen Entscheidungen über die Zulässigkeit des Bauvorhabens berücksichtigt.

In Bulgarien gibt es keine Regelung für die Fertigung von einer solchen Umweltverträglichkeitsstudie.

Das vorliegende Projekt wird keine negative Auswirkung auf die Umwelt haben, weil:

- der Umbau keine großen Flächen berühren wird
- das Gebiet nicht Gegenstand von 'Natura 2000' ist
- laut der Untersuchung der Abteilung „Umwelt“ der Gemeinde Silistra wurden keine traditionellen Bewegungskorridore von bestimmten Tierarten festgestellt.
- Mit dem Projekt werden die Biotope von traditionellen Tierarten nicht beeinträchtigt.
- Es werden keine wertvollen Pflanzenarten gefährdet

4.4 Platzbedarf

Der notwendige Raumbedarf muss von Baubeginn bis zum Bauabschluss gesichert werden. Eine Möglichkeit für zukünftigen Umbau und/oder Instandsetzung muss gegeben sein. Bei planfreien Knoten müssen ebenso plangleiche Lösungen als Ersatzverbindungen vorgesehen werden.[13]

Das Grundstück, wo sich die Kreuzung befindet, ist ausschließliches Eigentum der Gemeinde Silistra. Das bedeutet, dass der Bau auf fremden Gebiet ohne Enteignung ist. Die Grundstücke sind ausschließlich landwirtschaftliche Nutzfelder und berühren die bebaute Fläche nicht. Es gibt keine beeinträchtigten Tier- und Pflanzenarten.

4.5 Kosten

Beim Vergleich der Wirtschaftlichkeit sind die Gesamt-Kosten wichtig: die Bau- und Betriebskosten und ggf. die volkswirtschaftlichen Unfallkosten sind zu berücksichtigen.

Kosten einer Umgestaltung:

Die Kosten umfassen die Aufwendungen für alle Maßnahmen:

- innerhalb des Bereichs, in dem sich die Kreuzungsmaßnahme an den beteiligten Armen baulich auswirkt (räumlicher Kreuzungsbereich),
- die zur Verbesserung der Sicherheit oder zur leichteren Abwicklung der sich kreuzenden Verkehrsströme erforderlich sind, und die notwendig sind, damit die

Kreuzung unter Berücksichtigung der abwägungserheblichen Belange den Anforderungen der Sicherheit und Ordnung nach aktuellem technischen Standard sowie der übersehbaren Verkehrsentwicklung entspricht. Dazu gehört auch eine notwendige Wiederherstellung der beteiligten Straßenarme im räumlichen Kreuzungsbereich nach aktuellem technischen Stand (insbesondere Querschnitt, Aufbau, Tragfähigkeit, Sicherheitseinrichtungen).

Zur Kosten gehören auch:

- die Aufwendungen für Folgemaßnahmen, die infolge der Kreuzungsmaßnahme an Verkehrswegen und sonstigen Anlagen erforderlich werden, die nicht zu den an der Kreuzung beteiligten Straßen gehören; die Folgemaßnahmen beschränken sich jedoch auf die Wiederherstellung und in gleichwertiger Ausführung. Will der Bauträger einer Anlage, die von Folgemaßnahmen betroffen ist, weitergehende, nicht kreuzungsbedingte Änderungen verwirklichen, so hat er die Kosten dafür zu tragen.
- die Aufwendungen für den Ersatz von Schäden, die bei der Durchführung einer Kreuzungsmaßnahme den Beteiligten oder Dritten entstanden sind, es sei denn, dass die Schäden auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit eines Beteiligten oder seiner Bediensteten beruhen.

5. WAHL DER OPTIMALEN VARIANTE

5.1 Zieldefinition

Die Hauptziel dieser Diplomarbeit ist, durch Entwicklung zwei verschiedenen Konzepten für geometrische Gestaltung einer Strassenkreuzung, eine optimale Variante zu wählen.

Um die Verkehrsprobleme der untersuchten Kreuzung zu lösen, soll ein entsprechendes Verkehrsschema gewählt werden, das allen in Kapitel 4 dargestellten Kriterien entspricht.

Die Hauptziele der Ausarbeitung sind:

- Verbesserung der Verkehrs- und Betriebscharakteristiken der Kreuzung;
- Sicherung eines gefahrlosen Durchfahrens des Verkehrs durch die Kreuzung;
- Verbesserung des Verkehrskomforts.

In diesem Kapitel wird einen Vergleich der zwei Varianten für der Kreuzungsplanung dargestellt:

- Umstellung der existierenden Kreuzung durch Fahrbahnverbreiterung (Abb. 5.1)

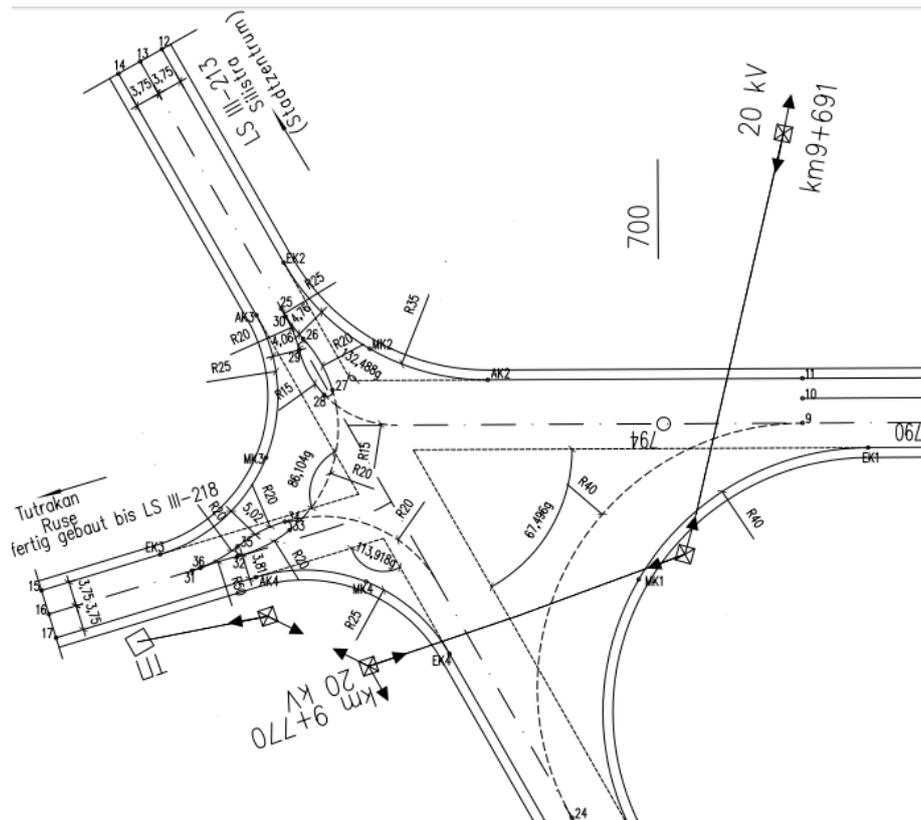


Abb.5.1. Umstellung der existierenden Kreuzung durch Fahrbahnverbreiterung

- Errichtung eines Kreisverkehrs (Abb 5.2)

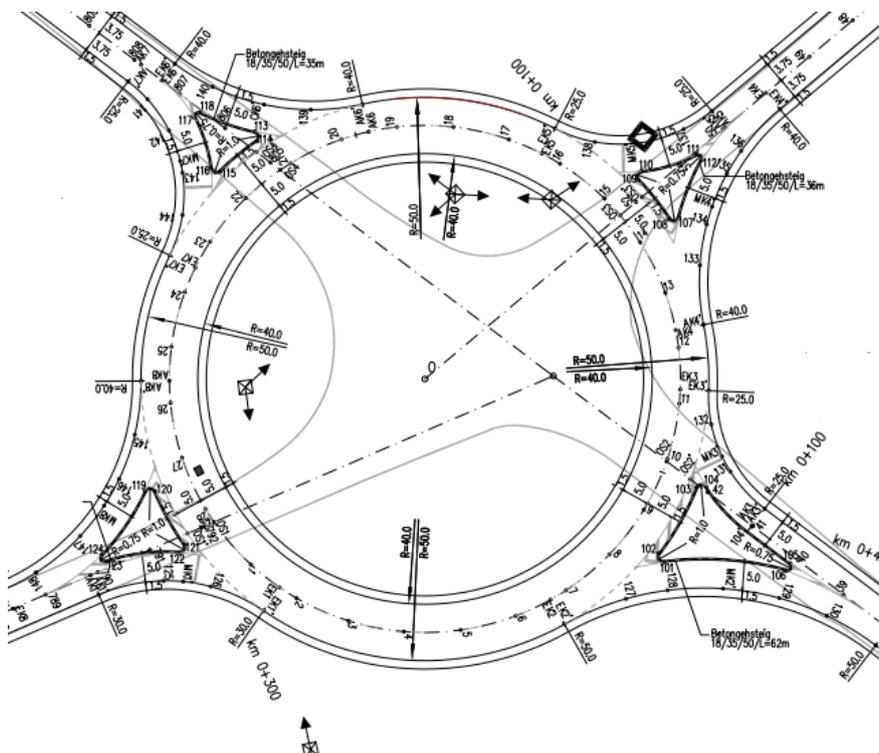


Abb.5.2 Errichtung eines Kreisverkehrs

Die beiden Varianten sollen nach den entsprechenden Bewertungskriterien verglichen sein:

- Leistungsfähigkeit
- Sicherheit
- Umweltverträglichkeit
- Platzbedarf
- Kosten

Auf Basis der Bewertung der Varianten und des Gewichts jedes Kriteriums, soll eine Entscheidung getroffen werden, welche von den beiden geometrischen Lösungen besser ist. Die ausgewählte Variante wird in Kapitel 5.4 beschreiben sein und dann geometrisch in Kapitel 6 dieser Diplomarbeit dargestellt.

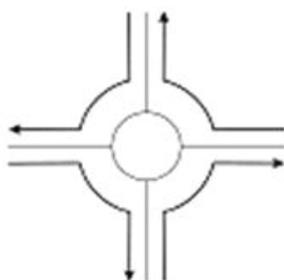
5.2 Bewertung der Kriterien

In Kapitel 5.2 wird eine kurze Analyse der benutzten Bewertungsmethoden dargestellt sein :

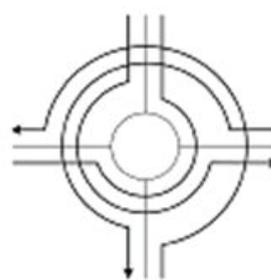
Leistungsfähigkeit

Kreisverkehre sind leistungsfähiger als unregelte bzw. vorrangeregelte Kreuzungen. Unter Bestimmten Bedingungen (günstige Verteilung der Verkehrsströme auf die einzelnen Richtungen) können Kreisverkehre auch leistungsfähiger als Kreuzungen mit einer Lichtsignalanlage sein. [13] Im Kapitel 3.1 dieser Diplomarbeit ist schon festgestellt, dass eine Lösung mit LSA nicht geeignet ist.

Die Leistungsfähigkeit von beiden Knotenformen hängt von der Stärke und dem Verlauf der einzelnen Knotenströme ab. Je mehr Linksabbieger der Knotenpunkt aufweist, desto geringer ist die Leistungsfähigkeit des Kreisverkehrs. Siehe dazu Abb.5.3.



Hohe Leistungsfähigkeit



Geringe Leistungsfähigkeit

Abb.5.3 Leistungsfähigkeit bei Kreisverkehren [13]

Aus diesem Grund bieten sich Kreisverkehre vor allem bei vierarmigen Kreuzungen zweier etwa gleichmäßig stark belasteter Straßen und/oder bei Unfallhäufungen und Gefahrenstellen an (RVS 03.05.14) [10]. Ist die Leistungsfähigkeit eines einfachen Kreisverkehrs nicht mehr ausreichend, kann mit der Anbringung von Nebenfahrbahnen die Leistungsfähigkeit für den rechts abbiegenden Verkehrsstrom gesteigert werden. Um die Leistungsfähigkeit bei der Errichtung eines Kreisverkehrs zu beurteilen, gibt es zwei unterschiedliche Möglichkeiten. Einerseits kann die Stärke der Verkehrsströme mithilfe des JDTV (jährlicher durchschnittlicher täglicher Verkehr) geschätzt und anhand dieser Werte die Einsatzfähigkeit beurteilt werden (Leistungsfähigkeitsabschätzung). Andererseits kann auch eine sogenannte Leistungsfähigkeitsberechnung durchgeführt werden, wofür allerdings eine Verkehrszählung nötig ist (RVS 03.05.14). [10]

Bei Kreisverkehren, im Vergleich mit vierarmigen Kreuzungen, wird die Wartezeit im Normalfall (bei einer günstigen Verteilung der Verkehrsbelastung) reduziert, wodurch sich auch eine Verminderung der Lärm- und Schadstoffemissionen ergibt (RVS03.05.14) [10]. An sehr ungleich belasteten Kreuzungen kann der Zeitgewinn des ursprünglich benachrangten Verkehrs den Zeitverlust des ursprünglich bevorrangten Verkehrs nicht kompensieren. Als Richtwert kann daher angesetzt werden, dass ein Kreisverkehr nur dann errichtet werden soll, wenn die Stärke der Querfrequenzen 30 % (ausgenommen Ortsgebiete) des Hauptverkehrsarms beträgt (Richtlinien für die Errichtung von Kreisverkehrsplätzen; Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2003) [14]. Darüber hinaus können die Wartezeiten auch nach der in der RVS angegebenen Formel berechnet werden, wobei davon ausgegangen werden kann, dass durchschnittliche Wartezeiten von mehr als 60 Sekunden grundsätzlich zu Akzeptanzproblemen führen (RVS 03.05.14). [10]

Sicherheit

Der Kreisverkehr weist gegenüber normalen 4-armigen Kreuzungen eine erhöhte Verkehrssicherheit auf, insbesondere was die Unfallschwere betrifft. Das ergibt sich einerseits daraus, dass bei einem Kreisverkehr niedrigere Geschwindigkeiten gefahren werden als bei einer Kreuzung (Siehe dazu Abb.5.4).

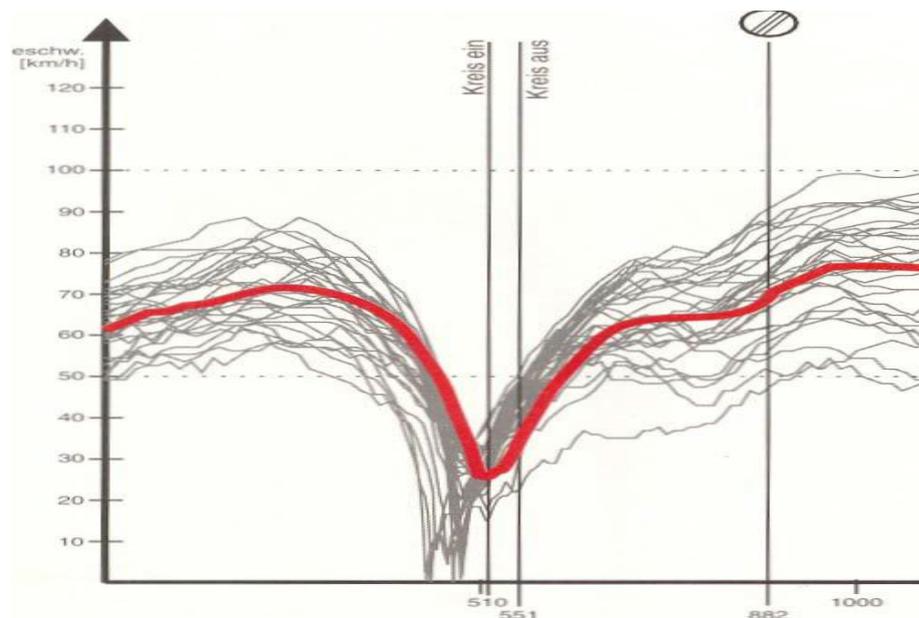


Abb.5.4 Geschwindigkeit bei Kreisverkehre [13]

Andererseits liegt die Ursache für die hohe Verkehrssicherheit des Kreisverkehrs im Vergleich mit vierarmiger Kreuzung darin, dass eine vierarmige Kreuzung 32 Konfliktpunkte hat, ein Kreisverkehr hingegen nur 8 (Siehe dazu Abb.4.1).

Aufgrund des Einrichtungsverkehrs ist außerdem das gefährliche Kreuzen eines anderen Verkehrstromes im Kreisverkehr nicht erforderlich. Der Fahrer muss jedenfalls die Geschwindigkeit vermindern und bei vierarmigen Kreuzung passiert das sehr oft nicht.

Die Verkehrssicherheit bei vierarmigen Kreuzungen ist besser für die Fußgänger- und Radverkehrs. Die untersuchte Kreuzung befindet sich außerorts und die Ströme von Fußgänger- und Radverkehrs sind nicht relevant.

Umweltverträglichkeit

Im Vergleich haben die beiden Lösungen annähernd die gleiche Auswirkung auf die Umwelt. Die Errichtung eines neuen Kreisverkehrs, sowie die Verbreiterung der existierenden Kreuzung werden keine großen Fläche berühren. In den beiden Fällen werden keine wertvollen Pflanzenarten und die Biotop von traditionellen Tierarten gefährdet sein. Wegen der Geschwindigkeitsverminderung werden beim Kreisverkehr die Lärm- und Schadstoffemissionen viel niedriger sein. "Eine höhere Fahrgeschwindigkeit z. B. 80 km/h statt 60 km/h führt bei einem Pkw zu einer Erhöhung des Verbrauchs und der Treibhausgasemissionen um 20-25%. Die Zunahme bei den Schadstoffemissionen speziell bei Dieselfahrzeugen in diesem Geschwindigkeitsbereich fällt weitaus stärker aus, Partikel und Stickoxidemissionen können um mehr als 50 % zunehmen." [15] Auch beim Bau eines Kreisverkehrs wird die Mitte des Kreises bepflanzt sein.

Platzbedarf

Kreisverkehre benötigen im Zufahrtsbereich gegenüber Kreuzungen mit zwei und mehr Abbiegestreifen weniger Fläche. Im unmittelbaren Knotenbereich hingegen benötigt der Kreisverkehr wegen seiner Form oft mehr Platz als eine vierarmige Kreuzung. In unserem Fall wird eine Verbreiterung der bestehenden Kreuzung ca. 7,600 m² erfordert. Bei dem Umbau eines neuen Kreisverkehrs werden etwa 13,380 m² gebaut sein. Aus dieser Fläche werden ca. 4,600 m² für den begrünten Innenkreis erforderlich sein. Laut RVS 03.05.14 [10] müssen Kreisverkehrsanlagen im Zuge von Freilandstraßen einen Außendurchmesser von mindestens 25 Meter haben, bei drei oder vierarmigen Kreisverkehren sollte der Durchmesser auf 35 Meter erweitert werden. Allerdings sollte die Größe von 40 Meter Außendurchmesser nicht wesentlich überschritten werden.

Kosten

Erfahrungen zeigen, dass beim Neubau einer Kreuzung mit Abbiegestreifen in etwa die gleichen Kosten entstehen wie bei einem Kreisverkehr. Den beim Kreisverkehr eingesparten Kosten für die Fahrbahnen stehen höhere Kosten für die Gestaltung der Anlage gegenüber. Ein entscheidender Vorteil für den Kreisverkehr sind oft eingesparte Investitions und Betriebskosten für eine Lichtsignalanlage (www.land-oberoesterreich.gv.at). [16].

Bei einer Fahrbahnverbreiterung der existierenden Kreuzung werden die Kosten niedriger als bei einer Errichtung eines neuen Kreisverkehrs. Bei einer Fahrverbreiterung wurden die Kosten ca. 475,000 EUR (Siehe dazu Anhang 1) und bei einer Gestaltung eines Kreisverkehrs – ca. 550,000 EUR (Siehe dazu Anhang 1). Das heißt, dass eine Lösung mit Kreisverkehr 16 % teurer sein wird. Gleichwohl einer Kreisverkehr wirtschaftlicher in Zukunft sein wird. Im Anschluss von den erhöhten Sicherheit und Leistungsfähigkeit konnten durch die Errichtung von Kreisverkehrsanlagen die Unfälle mit Personenschaden und somit auch die Anzahl der verunglückten Verkehrsteilnehmer deutlich reduziert werden.

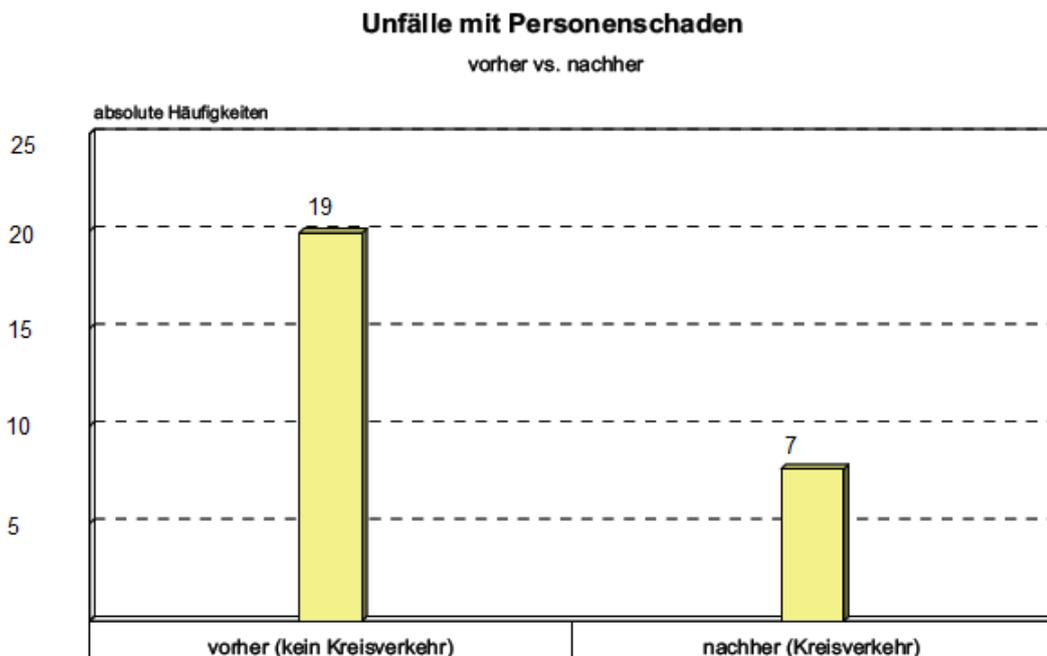


Abb.5.6 Unfälle mit Personenschäden (beispielsweise)[13]

5.3 Variantenvergleich

In diesem Kapitel werden zu erst die beiden Lösungen planlich dargestellt . Zeichnung 3 (siehe dazu Anhang 3 Plan Nr.3) ist der Lageplan für eine Lösung mit Fahrbahnverbreiterung der existierenden Kreuzung und Zeichnung 4 (siehe dazu Anhang 3 Plan Nr.4) ist der Lageplan der Entscheidung mit dem Bau eines neuen Kreisverkehrs.

Dann wird auch eine Tabelle, in der die beiden Lösungen nach den schon beschriebenen Kriterien bewertet sein werden, aufgestellt. Für die Bewertung wird eine 10-wert Benotungsskala benutzt, in der die Note 1 die schlechteste und 10 die beste ist (nach bulgarische Standarten). Diese Benotungsskala wird nach einen willkürlichen Prinzip ausgefertigt sein. Die Variante, die eine höhere Gesamtnote besitzt, wird als Umgestaltung gewählt und weiter entwickelt.

5.3.1. Charakteristiken der neu geplatenen Kreuzung mit Fahrbahnverbreiterung

Die Kreuzung wird durch zwei zusätzlichen Streifen in der Hauptrichtung für Recht- und Linksabiegung verbreitet.

Die Linksabbiegestreifen wird aus den folgenden Elementen gebildet :

- Fahrstreifenwechselstrecke $L_{wl} = 30\text{m}$
- Verzögerungsstrecke $L_{vl} = 40\text{m}$
- Aufstellstrecke $L_{al} = 30\text{ m}$

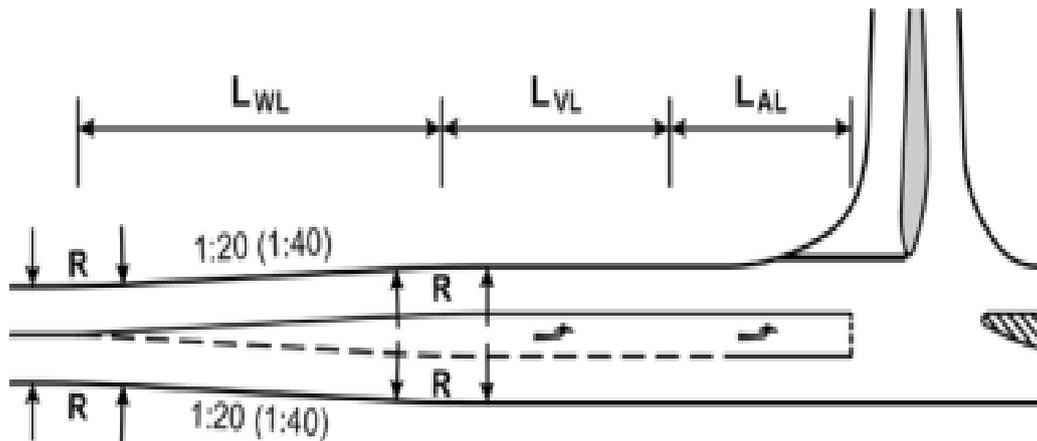


Abb.7.7 Elemente des Linksabbiegestreifens [5]

Die Rechtsabbiegestreifen wird aus den folgenden Elemente gebildet :

- Fahrstreifenwechselstrecke $L_{wr} = 30\text{m}$
- Verzögerungstrecke $L_{vr} = 40\text{m}$
- Aufstellstrecke $L_{ar} = 83.25\text{m}$

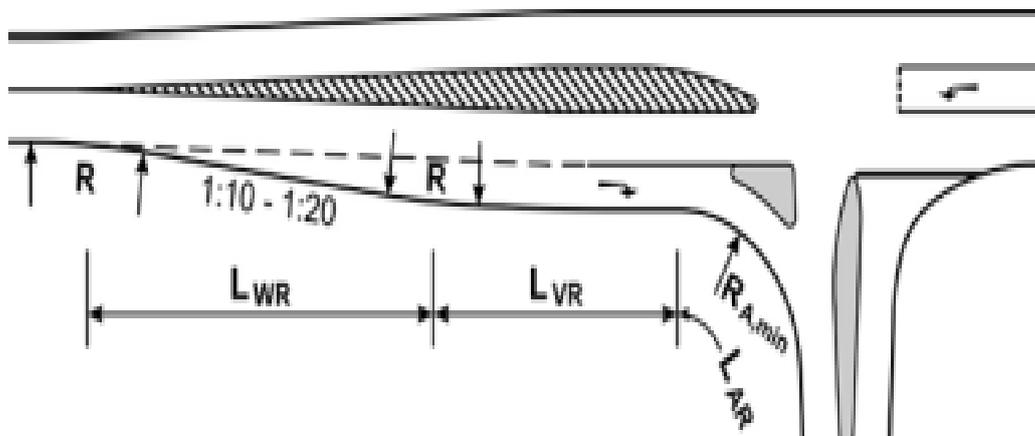


Abb.7.8 Elemente des Rechtsabbiegestreifens [5]

Alle Elementen sind für eine Projektgeschwindigkeit $V_{pr} = 70 \text{ km/h}$ angenommen.[2]

5.3.2. Charakteristiken des neu geplanten Kreisverkehr

Die neu geplante Kreuzung hat folgende Parameter:

- Innendurchmesser des Kreisverkehrs $R_{in} = 40 \text{ m}$
- Geschwindigkeit innerhalb des vorhanden $V = 60 \text{ km/h}$
- Geschwindigkeit in den Ein- und Ausfahrten des Kreisverkehrs $V_{np} = 40 \text{ km/h}$
- Minimale Länge des Knotens $L_{kn} = 45 \text{ m}$

5.3.3 Tabellarische Aufstellung von der Bewertung der beiden Variante

Tab.5.1. Bewertungstabelle (nach einen willkürlichen Prinzip ausgefertigt sein) von den beiden Variante

Kriterium	Variante „A“ – Fahrbahnverbreiterung der existierenden Kreuzung	Variante „B“ – Kreisverkehr
Leistungsfähigkeit	<p style="text-align: center;">2</p> <ul style="list-style-type: none"> -Die Projektgeschwindigkeit ist in einer geraden Strecke bis zu 60 km/h , und in der Richtung mit Vorfahrt bis zu unter 20 km/h vermindert. - Das Verkehrsstrom ohne Vorfahrt soll halten, bevor in die Kreuzung einzufahren. 	<p style="text-align: center;">8</p> <ul style="list-style-type: none"> -Die Projektgeschwindigkeit wird schrittweise bis zu 60 km/h vermindert (bis zu 40 km/h in dem Kreis). - Erkeuzungszonen werden erstellen, in denen eine grössere Aufmerksamkeit notwendig ist.
Sicherheit	<p style="text-align: center;">2</p> <ul style="list-style-type: none"> -Die Kreuzung ist unerkennbar (Der Vorfahrtsweg wechselt seine Richtung) - Viele Konfliktpunkte. - Unfallmöglichkeit, falls die vertikale oder horizontale Signalisierung nicht beachtet sind. 	<p style="text-align: center;">9</p> <ul style="list-style-type: none"> -Die Kreuzung ist leicht zu erkennen - Der Fahrer fühlt sich sicherer in dem Kreisverkehr. - Der Vorfahrtsweg ist klar definiert - Wenige Konfliktpunkte.
Platzbedarf	<p style="text-align: center;">8</p> <ul style="list-style-type: none"> -Minimale Nutzung von Nachbargrundstücke. - Minimale Fläche sind notwendig für eine Fahrbahnverbreiterung. 	<p style="text-align: center;">3</p> <ul style="list-style-type: none"> -Größere Flächen sind notwendig für die Errichtung des Kreisverkehrs
Umweltverträglichkeit	<p style="text-align: center;">6</p> <ul style="list-style-type: none"> -Keine Gehwege werden berührt. - Keine wertvolle Pflanzenarten werden berührt. - Die Landschaft wird verändert. 	<p style="text-align: center;">6</p> <ul style="list-style-type: none"> -Keine Gehwege werden berührt - Keine wertvolle Pflanzenarten werden berührt - Die Landschaft wird verändert
Kosten	<p style="text-align: center;">5</p> <ul style="list-style-type: none"> -Die direkten Kosten sind niedriger. - Hohe Betriebskosten (Grosses Gefahr an Unfälle mit materiellen Kosten oder fatalen Ausweg). 	<p style="text-align: center;">5</p> <ul style="list-style-type: none"> -Die direkten Kosten sind höher. - Wegen der verbesserten Sicherheit und Leistungsfähigkeit ist die Wahrscheinlichkeit für einen Unfall niedriger.
Gesamtnote	23	31

5.4 Optimale Variante

Nach der Analyse und der Bewertung, die in dem vorigen Kapitel ausgefertigt sind, kommen wir zu der Schlussfolgerung, dass eine Lösung mit Kreisverkehr die optimale Variante zur Erneuerung der Kreuzung bei km 9+200 der Landstraße I-7 ist.

Zuerst werden die Vor- und Nachteile einer Lösung mit Kreisverkehr zusammengefasst sein. In Kapitel 5.4.2 wird der neue Kreisverkehr charakteristisch dargestellt. Eine Bemessung nach dem Kriterium Leistungsfähigkeit (nach RVS 03.05.14) [10] wird in Kapitel 5.4.3. auch ausgeführt.

5.4.1. Kreisverkehr - Übersicht

Im Folgenden werden Vor- und Nachteile übersichtlich dargestellt.

Vorteile

- Erhöhte Verkehrssicherheit
- Überschaubare Verkehrslage
- Durch geringere Geschwindigkeit verringerte Verletzungsschwere
- Sanierung von Unfallhäufungsstellen: Die Verkehrsführung ist übersichtlich, kein gefährliches Kreuzen, die Gefahr kommt nur von links und nicht, wie bei Kreuzungen, von beiden Seiten
- Weniger Konfliktpunkte
- höhere Leistungsfähigkeit als bei unregulierten bzw. Vorrangregulierten Kreuzungen
- geringerer Flächenbedarf im Zufahrtsbereich
- flexiblere Lösung von mehr als vierarmigen Kreuzungen
- Wendemöglichkeit und flexiblere Routenwahl
- Reduktion der Wartezeiten
- ökologische Vorteile: Verminderung von Lärm und Schadstoffemissionen, mehr Grünplätze
- Platzgestaltung
- Kreisverkehrsplatz wirkt optisch und funktional

Nachteile

- Vermehrter Flächenbedarf im Kreuzungsbereich
- Mangelnde Abgrenzung der Vorfahrtsrechte besonders bei sehr kleinen Kreisverkehren, da die Einfahrten eng bei einander liegen
- Nicht fürs Aufschließen von Siedlungs-, Geschäfts- und Gewerbegebieten geeignet
- Kreisverkehr mit zwei Fahrstreifen sind leistungsfähiger als einstreifige Kreisverkehre. Sie führen aber zu einer deutlich schlechteren Verkehrssicherheit. Unerwartete Fahrstreifenwechsel, höhere Fahrgeschwindigkeiten und Ein- bzw. Ausfahrtsituationen sind kritisch.

5.4.2. Charakteristik des Kreisverkehrs

Die Parameter der neu geplanten Kreuzung sind schon in Kapitel 5.3.2 dargestellt.

Die Längs- und Querschnitte der neuen Kreuzung sind in den folgenden Zeichnungen im Anhang dargestellt:

- Längenschnitt (siehe dazu Anhang 3 Pläne Nr.5.1 und 5.2)
- Querschnitt (siehe dazu Anhang 3 Pläne Nr.6, 7, 8, 9 und 10)

5.4.2.1 Oberbaubemessung

Die ausführliche Bemessung der neuen Straßenkonstruktion ist im Kapitel 8.2 vorhanden. Die Dicke des Oberbaus innerhalb des Kreisverkehrs ist 63cm. Zusätzlich ist eine Konstruktion Typ "A" von 50 cm auf Grund des sehr belasteten Straßenverkehrs gewählt und dadurch die Gesamtdicke ist 1,13 cm. Die Konstruktion Typ "A" ist von heterogenen grobkörnigen Mineralstoffen mit Elastizitätsmodul $E = 300 \text{ MPa}$ und Elastizitätsmodul des Grundes $E_o = 45 \text{ MPa}$ gemacht.

1. Dichter Asphaltbeton Typ A	-4 cm $E=1200 \text{ MPa}$
2. Undichter Asphaltbeton	- 5 cm $E=1000 \text{ MPa}$
3. Asphaltmischung als Hauptschicht	- 16 cm $E= 800 \text{ MPa}$
4. Unsortierte grobkörnigen Mineralstoffe	- 38 cm $E= 300 \text{ MPa}$
	d=63 cm
5. Mineralstoffe A-I	- 50 cm
	63+50 cm

Die Konstruktion des Ein- und Ausfahrens ist auch gewählt. Die Gesamtdicke ist 68 cm, wobei wegen der niedrigen Längen (ca. 80m) und die entstehenden Problemen mit der Errichtung von Pumpengruben bei der Entwässerung, keine Konstruktion von Typ "A" in diesen Bereichen vorgesehen ist.

Die Straßenkonstruktion ist für "sehr belastet" Verkehr mit den folgenden Schichten erfolgt:

1. Dichter Asphaltbeton Typ A	- 4 cm $E=1200 \text{ MPa}$
2. Undichter Asphaltbeton	- 4 cm $E=1000 \text{ MPa}$
3. Asphaltmischung als Hauptschicht	- 20 cm $E= 800 \text{ MPa}$
4. Untere Hauptschicht aus unsortierten grobkörnigen Mineralstoffe	- 40 cm $E= 300 \text{ MPa}$
	d=68 cm

5. Untergrund

E=30 MPa

5.4.2.2 Entwässerungssituation

Die Entwässerung innerhalb des Kreises ist durch einen Strassengraben und einen Entwässerungsgraben ausgeführt. Der Strassengraben ist mit Platten 40/55/5 cm ausgekleidet und mündet in einem Untergrundkanal mit Durchmesser von 1000 mm, der das Wasser quer des Kreises leitet. Der Untergrundkanal ist nach Bemessungswassermenge (in ungedrucktem Betrieb) $Q_{\max}=0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ gewählt. Die bestehende Neigung ist zu klein und bestimmt die Notwendigkeit von Aushubarbeiten.

Das Oberflächenwasser im Rahmen des Ein- und Ausfahrens wird durch Längs – und Querneigungen entwässert, wobei diese innerhalb des Kreisverkehrs durch Korrektur der Geländequerschnitten gewährleistet wird. Die neuen Längenschnitten sollen eine minimale Neigung von 0,5% betragen.

Die Entwässerung ist zusammen mit einem Höhenplan in Zeichnung 13 (siehe dazu Anhang Plan Nr.13) dargestellt.

5.4.3. Bemessung des Kreisverkehrs nach dem Kriterium Leistungsfähigkeit

Die Auswahl der Leistungsfähigkeit dieses Kreisverkehrs wird Anhang der RVS 03.05.14(Richtlinien und Vorschriften für das Strassenwesen) [9] ausgeführt. Dadurch ohne großen Datenmenge vorhanden sein, können leicht alle Bemessungen durchgeführt werden.

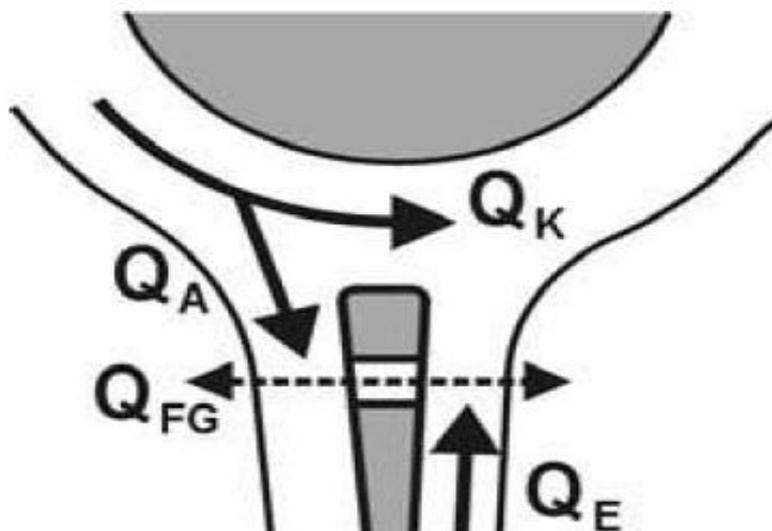


Abb. 5.9. Bezeichnung der Verkehrsströme am Kreisverkehr [10]

Q_E -Bemessungsverkehrstärke der Einfahrt (PKW-E/h)

Q_K -Bemessungsverkehrstärke der Kreisfahrbahn zwischen Ausfahrt und Einfahrt (Hauptrichtung) (PKW-E/h)

QA - Bemessungsverkehrstärke der Einfahrt (PKW-E/h)

GE - Grundleistungsfähigkeit der Einfahrt (PKW-E/h)

LE - Leistungsfähigkeit der Einfahrt (PKW-E/h)

LA - Leistungsfähigkeit der Einfahrt (PKW-E/h)

LA,max=1400 EA/h

R - Leistungsfähigkeitsreserve des Verkehrstroms (EA/h)

w - mittlere Wartezeit des Verkehrstromes (s)

N95-95%-Staulänge (EA)

LSt,95-95%-Staulänge (m)

Die Bemessung wird für jeden Richtung des Kreisverkehrs geteilt.

Als Bemessungsintensität des Verkehrs Q für jeden Verkehrsstrom ist die jährliche Intensität des Verkehrstroms angenommen.[2] Die Bemessungsdaten sind von „Zentrallabors für Straßen-und Brückenbau“ [4] freigestellt.

Wegen der Mangel an detaillierte Berechnungen der Leistungsfähigkeit den Kreisverkehre, wird die Bemessung für einen Einbahnkreisverkehr durchgeführt. Deswegen bei Kreisverkehre mit zwei Fahrbahnen, wurden die berechneten Werte um 30-50 % vergrößert sein.[17]

Richtung 1 Silistra (Staatgränze)

$$Q_K = 1050EA/h \quad Q_E = 510EA/h$$

$$G_E = 1141 - 0,578 \cdot Q_K = 1141 - 0,578 \cdot 1050 = 534EA/h \text{ bei } 0 \leq Q_K \leq 1400$$

$$G_E = L_E = 534EA/h \quad G_{ED} = L_{ED} = G_E + 30\% = 534 + 160 = 694EA/h$$

$$L_{A,max} = 1400EA/h$$

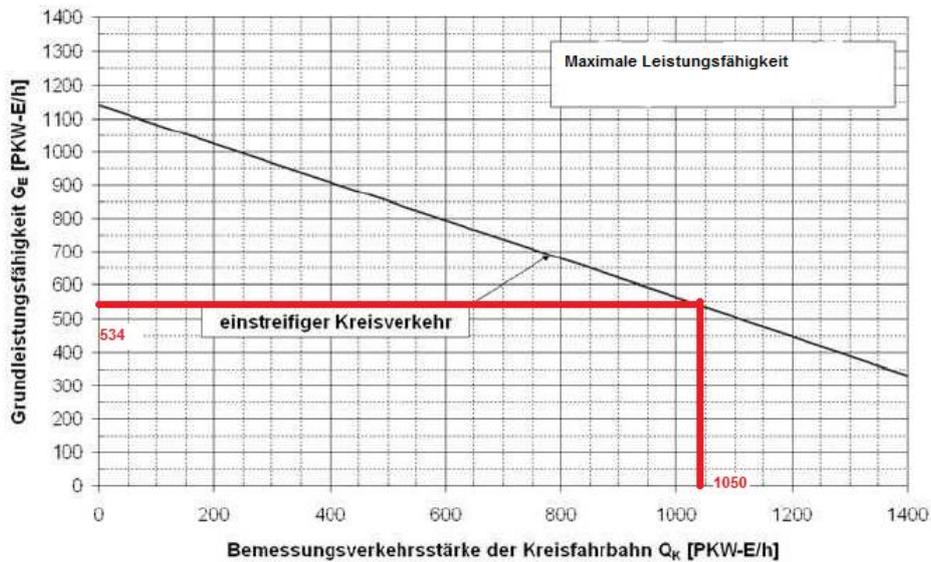


Abb.5.10. Maximale Leistungsfähigkeit von Richtung 1

g - Sättigungsgrad

$$g = \frac{Q_E}{L_{ED}} = \frac{510}{694} = 0,73$$

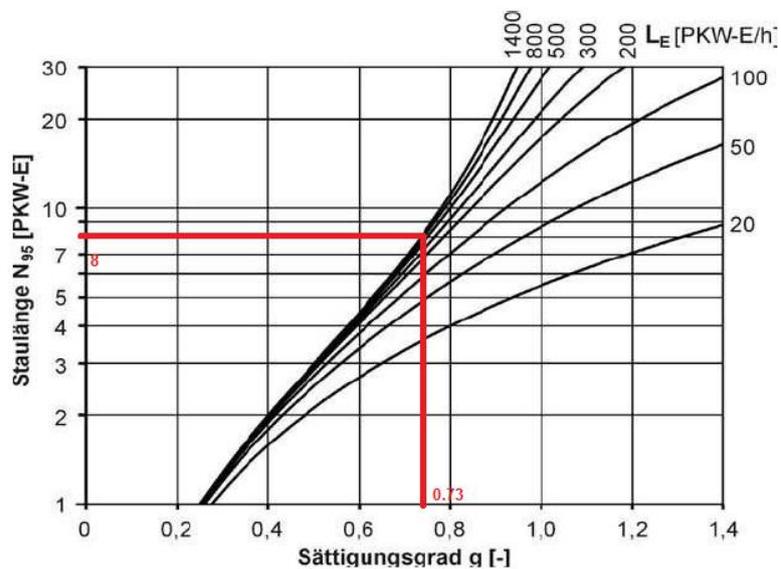


Abb.5.11. Staulänge von Richtung 1

$$N_{95} = 8,0EA / h$$

Um die Länge des Staus in Meter zu berechnen, muss man die erhaltene Staulänge mit 6 m multiplizieren.

$$L_{St,95} = N_{95} \cdot 6,0 = 8,0 \cdot 6,0 = 48,0m$$

$$R = L_E - Q_E = 694 - 510 = 184EA / h$$

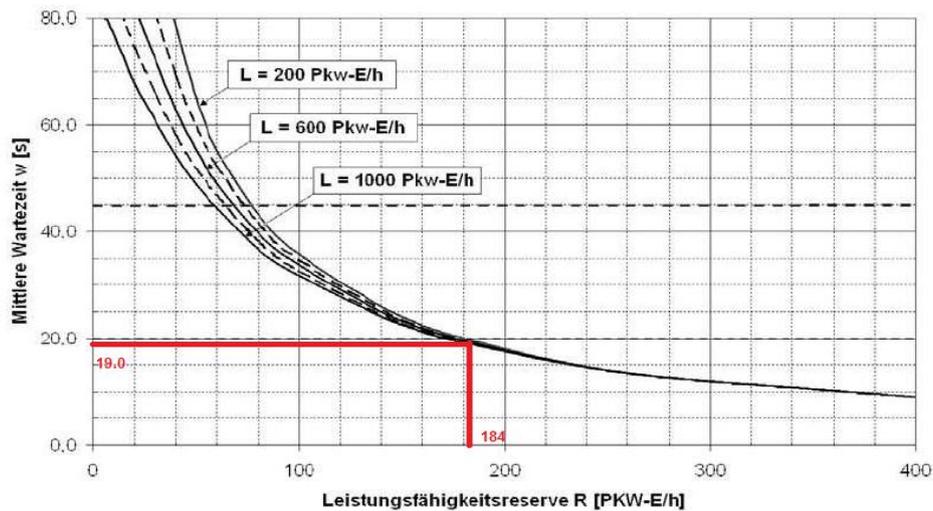


Abb.5.12. Mittlere Wartezeit von Richtung 1

Richtung 2 Silistra (Stadtzentrum)

$$Q_K = 960 \text{ EA/h} \quad Q_E = 480 \text{ EA/h}$$

$$G_E = 1141 - 0,578 \cdot Q_K = 1141 - 0,578 \cdot 960 = 586 \text{ EA/h} \text{ bei } 0 \leq Q_K \leq 1400$$

$$G_E = L_E = 586 \text{ EA/h} \quad G_{ED} = L_{ED} = G_E + 30\% = 586 + 176 = 762 \text{ EA/h}$$

$$L_{A,\max} = 1400 \text{ EA/h}$$

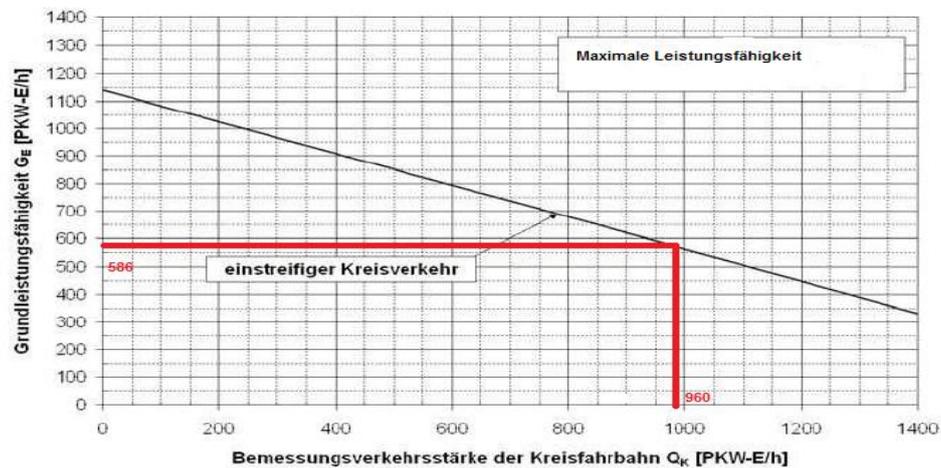


Abb.5.13. Maximale Leistungsfähigkeit von Richtung 2

g – Sättigungsgrad

$$g = \frac{Q_E}{L_E} = \frac{480}{762} = 0,63$$

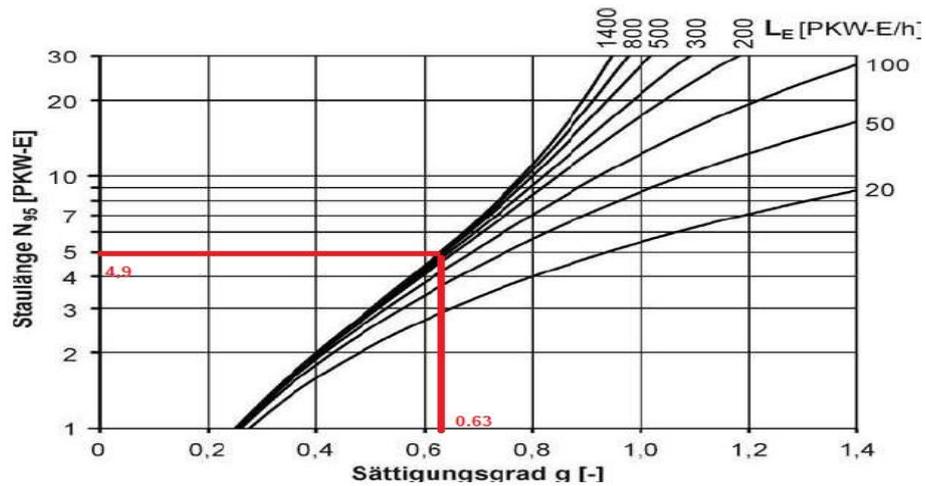


Abb.5.14. Staulänge von Richtung 2

$$N_{95} = 4,9 EA / h$$

Um die Länge des Staus in Meter zu berechnen, muss man die erhaltene Staulänge mit 6 m multiplizieren.

$$L_{St,95} = N_{95} \cdot 6,0 = 4,9 \cdot 6,0 = 29,4 m$$

$$R = L_E - Q_E = 762 - 480 = 282 EA / h$$

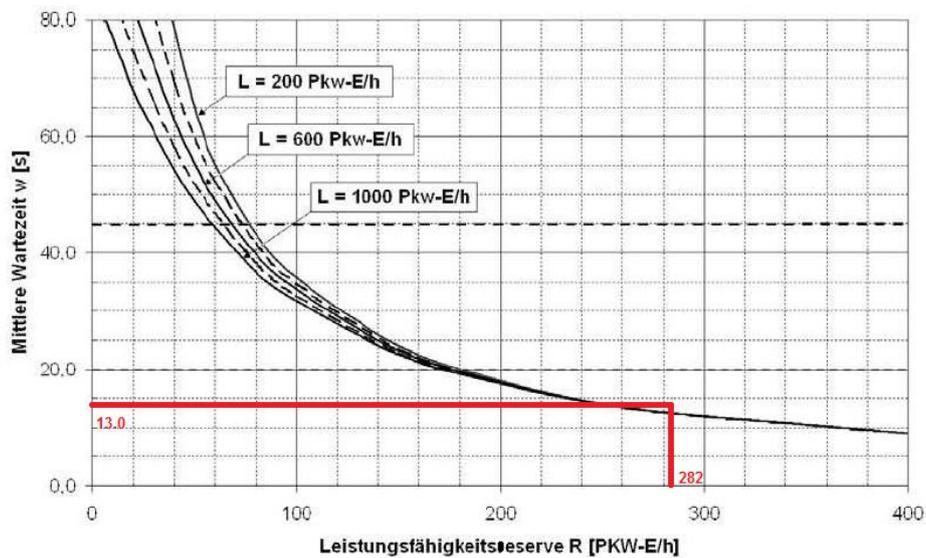


Abb.5.15 Mittlere Wartezeit für Richtung 2

Richtung 3 Tutrakan(Russe)

$$Q_K = 840 EA / h \quad Q_E = 430 EA / h$$

$$G_E = 1141 - 0,578 \cdot Q_K = 1141 - 0,578 \cdot 840 = 655 EA / h \quad npu \quad 0 \leq Q_K \leq 1400$$

$$G_E = L_E = 655 EA / h \quad G_{ED} = L_{ED} = G_E + 30\% = 655 + 197 = 852 EA / h$$

$$L_{A,\max} = 1400EA/h$$

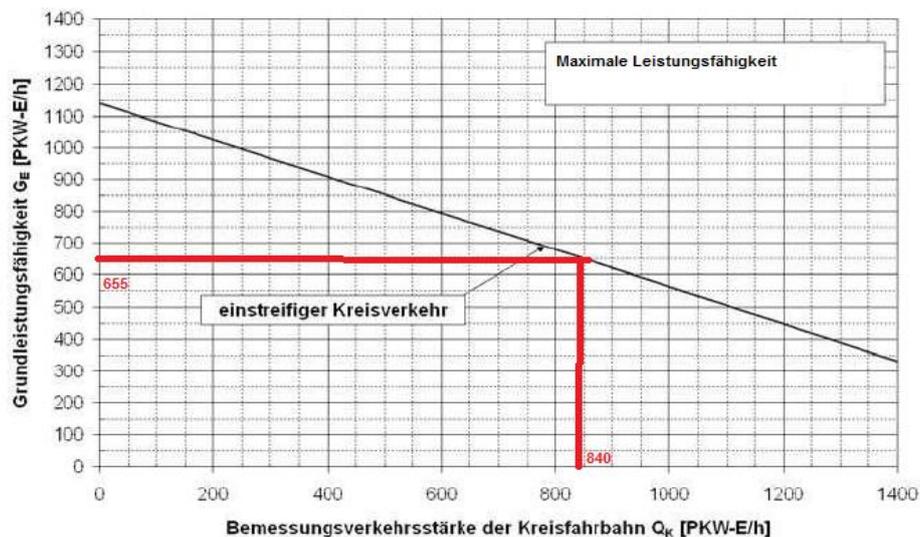


Abb.5.16 Maximale Leistungsfähigkeit von Richtung 3

g – Sättigungsgrad

$$g = \frac{Q_E}{L_E} = \frac{430}{852} = 0,5$$

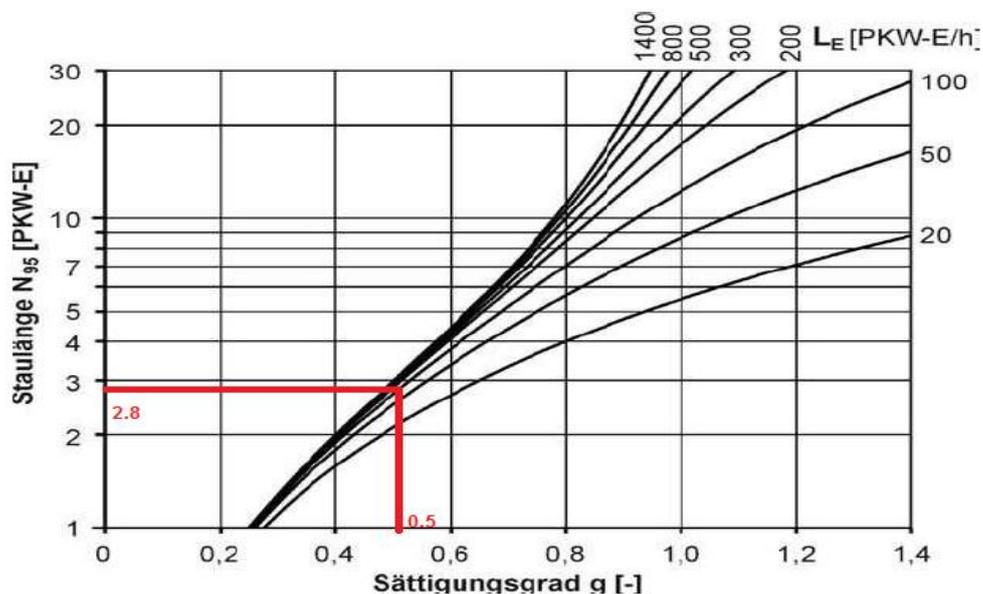


Abb.5.17 Staulänge von Richtung 3

$$N_{95} = 2,8EA/h$$

Um die Länge des Staus in Meter zu berechnen, muss man die erhaltene Staulänge mit 6 m multiplizieren.

$$L_{St,95} = N_{95} \cdot 6,0 = 2,8 \cdot 6,0 = 16,8m$$

$$R = L_E - Q_E = 852 - 430 = 422 \text{ EA/h}$$

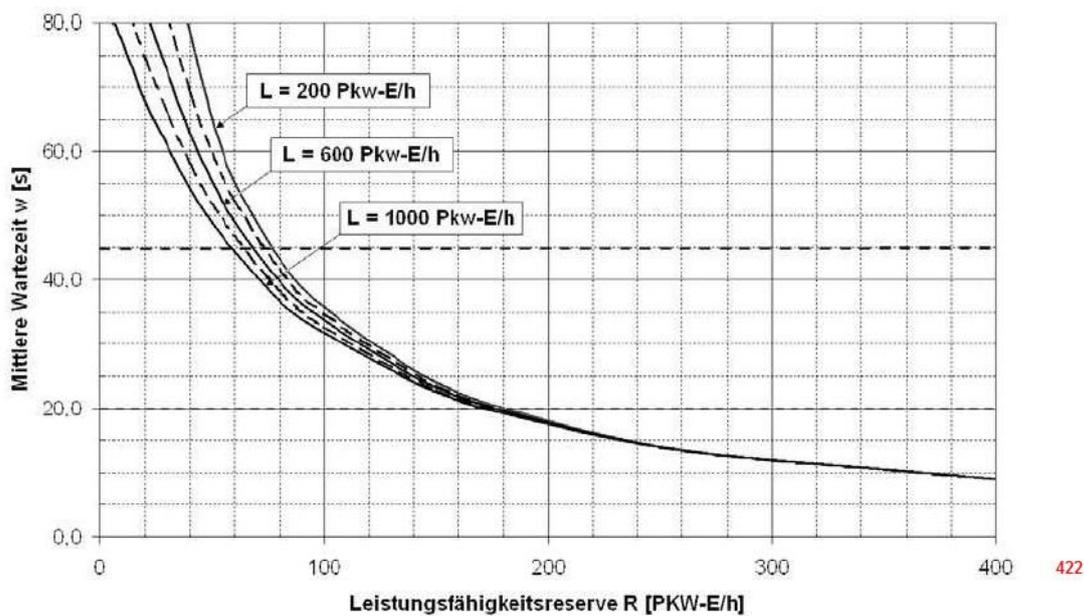


Abb.5.18 Mittlere Wartezeit von Richtung 3

Richtung 4 Shumen

$$Q_K = 1010 \text{ EA/h} \quad Q_E = 490 \text{ EA/h}$$

$$G_E = 1141 - 0,578 \cdot Q_K = 1141 - 0,578 \cdot 1010 = 557 \text{ EA/h} \quad \text{npu } 0 \leq Q_K \leq 1400$$

$$G_E = L_E = 557 \text{ EA/h} \quad G_{ED} = L_{ED} = G_E + 30\% = 577 + 173 = 750 \text{ EA/h}$$

$$L_{A,\max} = 1400 \text{ EA/h}$$

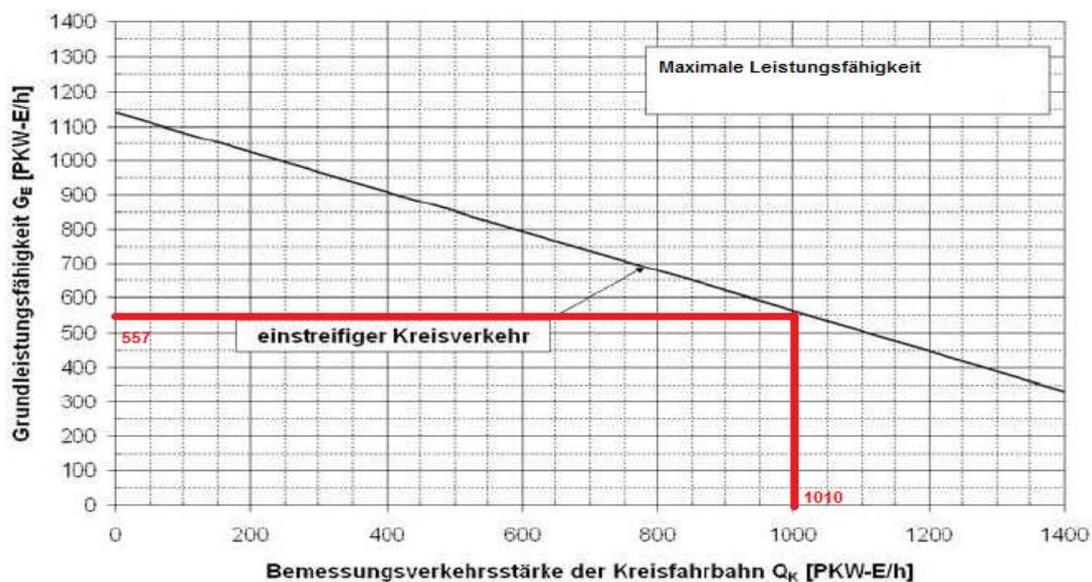


Abb.5.19 Maximale Leistungsfähigkeit von Richtung 4

g – Sättigungsgrad

$$g = \frac{Q_E}{L_E} = \frac{490}{750} = 0,65$$

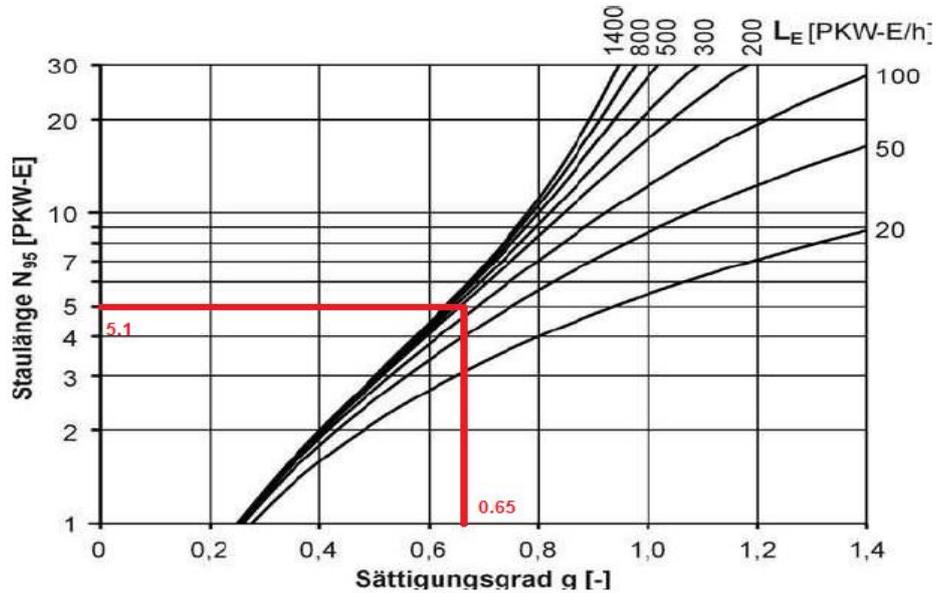


Abb.5.20 Staulänge von Richtung 4

$$N_{95} = 5,1EA / h$$

Um die Länge des Staus in Meter zu berechnen, muss man die erhaltene Staulänge mit 6 m multiplizieren.

$$L_{St,95} = N_{95} \cdot 6,0 = 5,1 \cdot 6,0 = 30,6m$$

$$R = L_E - Q_E = 750 - 490 = 260EA / h$$

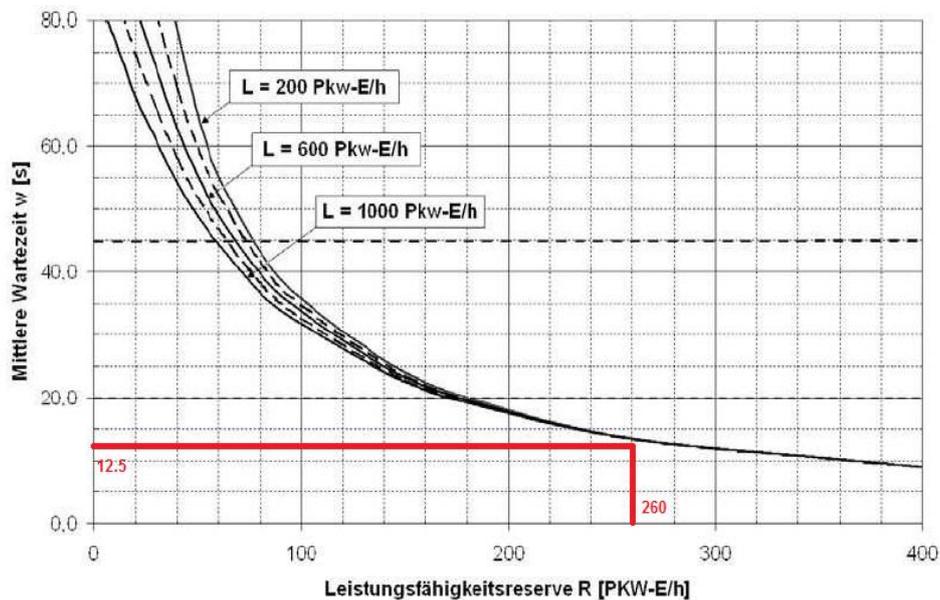


Abb.5.21 Mittlere Wartezeit von Richtung 4

Bewertung der Bemessungsergebnisse

Die Bewertung der erhaltenen Ergebnisse wird aufgrund der in jeden Fahrrichtung berechnete mittlere Wartezeit w verrichtet.

- Eine Wartezeit unter 20 s bedeutet, dass die Verkehrsparameter der Kreuzung sehr gut ist und das Verkehr ohne erheblichen Wartezeiten realisiert sein wird.
- Eine Wartezeit, grösser als 45 s soll vermieden werden und eine andere Kreuzungsart soll entworfen werden [10].

Tab.7.2. Bewertung den Wartezeiten in jeder Richtung

Richtung	Wartezeit w	Bewertung
1.Silistra(Staatgränze)	19 s	Kennziffer- sehr gut
2.Silistra(Stadtzentrum)	13 s	
3.Russe/Tutrakan	8 s	
4.Shumen	12,5 s	

Aufgrund der Berechnungen, die nach RVS 03.05.14 [10] durchgeführt sind, und die relevante Ergebnisse für die Leistungsfähigkeit der untersuchten Kreuzung, kann eine Schlussfolgerung gemacht werden, dass die untersuchte Kreuzung eine ausreichende Leistungsfähigkeit besitzt.

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen kann an zweistreifigen Kreisverkehren eine Leistungssteigerung der Einfahrt um 30% bis 50% im Vergleich zu einstreifigen Kreisverkehren erwarten werden. [8]

6. AUSFÜHRUNG DER GEWÄHLTEN VARIANTE**6.1 Planliche Darstellung**

In diesem Punkt wird der neugestaltete Kreisverkehr planlich dargestellt. Die folgenden Zeichnungen sind im Anhang 3 beigefügt:

- Lageplan Kreisverkehr – Zeichnung 4
- Längenschnitt-Kreisverkehr – Zeichnung 5.1
- Längenschnitte der Richtungen 1,2,3 und 4 – Zeichnung 5.2
- Detaillierte Querschnitte des Kreises – Zeichnungen 6.1 ; 6.2 ; 6.3 ;6.4
- Querschnitt – Richtung 1 – Zeichnung 7
- Querschnitt – Richtung 2 – Zeichnung 8
- Querschnitt – Richtung 3 – Zeichnung 9
- Querschnitt – Richtung 4 – Zeichnung 10
- Höhenplan und Entwässerung- Zeichnung 11

- Beständige Signalmarkierung und Verkehrszeichen – Zeichnung 12
- Beständige Signalmarkierung und Verkehrszeichen (Verkehrszeichen) – Zeichnung 13

6.2 Oberbaubemessung

6.2.1. Oberbaubemessung nach der Methode der gleichwertigen Module (von Prof. Ivanov)

Nach der technischen Spezifikation (TS) aus dem Jahre 2010 [15] werden bei Autobahnen und Landstraßen der Klasse I Mineralbaustoffe von Gruppe A-1 als Untergrund des Oberbaus (Zone A) verlegt (gemäß Gruppenspezifikation von ASHTO M145 mit einer Breite von 50 cm). [18]

Diese Schicht wird in den Berechnungen der Oberbaubemessung nicht berücksichtigt, allerdings wird der Elastizitätsmodul der Grundfläche zu 45 MPa angenommen.

6.2.1.1. Bemessungsbelastung, erforderlicher E-Modul

Bemessungsbelastung

In den verschiedenen Straßenabschnitten muss die existierende Strassendecke von 0,5 m auf 1,20m verbreitert werden. In diesen Abschnitten ist die Verlegung einer Grundsicht (Bereich A) aus Mineralbaustoffen der Gruppe A-1 nach Klassifikation ASHTOM M145 unzweckmäßig. [18]

Die Ausarbeitung behandelt die Bemessung des neuen Oberbaus in diesen Abschnitten

Ausgangsdaten: [4]

- Verkehrszahldaten
- Bemessungsachslast 11.5 t/Achse
- Betriebsdauer von 15 Jahren

Die Werte für das Achslast 115 kN sind aus dem „Handbuch für Oberbaubemessungen“ [18] entnommen :

- Spurdurchmesser : $D= 34,00$ cm
- Reifendruck: $p=0,633$ MPa

Das sind die Daten von Posten D 439, der den Abschnitt von km 63+905 bis km 83+275 (ungefähre maßgebende Intensität für das gesamte Objekt – nach Einschätzung) umfasst.

Laut Archivgaben des „Zentrallabors für Straßen-und Brückenbau“ [4] beträgt die Auslegungsbelastung und die entsprechenden Übertragungskoeffizienten (für $p=11,5t/achse$) im Jahre 2012:

(für $p = 11.5$ t/Achse) sind:

1. PKW, leichte Lasten (bis 2,5t)	-	564 MV*/24h
2. Mittlere Lasten (bis 6 t)	-	311 MV/24h
3. Schwerlast-LKW (über 6 t)	-	218 MV/24h
4. Schwerlast-LKW mit Anhänger	-	226 MV/24h
5. Autobusse	-	95 MV/24h

*MV – Maßgebende Verkehrsmittel

Tab.6.1 Übertragungskoeffizient von den maßgebenden Verkehrsmitteln [18]

Maßgebende Verkehrsmittel	Übertragungskoeffizient	
	10 t/Achse	11,5 t/Achse
PKW, leichte Lasten	0,03	0.005
Mittlere Lasten	0.20	0.057
Schwerlast-LKW	1.0	0.7705
Schwerlast-LKW mit Anhänger	1.0	1,725
Autobusse	0.80	0.541

- Übertragungsintensität für 2012 r.

$$\ddot{U}_i = MI_i \cdot \ddot{U}KK_i$$

\ddot{U}_i – Übertragungsintensität

MI – Maßgebende Intensität

$\ddot{U}KK$ – Überweisungskoeffizient der Klasse

$$\ddot{U}^{2012} = 564 \times 0.005 + 311 \times 0.057 + 218 \times 0.7705 + 226 \times 1.715 + 95 \times 0.541 = 628 \text{ MV/24h}$$

- Einspurige Übertragungsintensität für Jahre 2012 .

$$E\ddot{U}^{2012} = f_s \times \ddot{U}^{2012} = 0.50 \times 628 = 314 \text{ MV/24h}$$

$f_s = 0.50$ - koeffizient für zweistreifigen Straße

Nach Tabelle 6.1 gehört der Verkehr bei $p=11,5t$ zur Kategorie „hohe Schwerlast“.

Tab.6.2 Kennziffer des Fahrstreifens

Zahl von Streifen	Kennziffer des Fahrstreifens (KF)	
	Einbahnstraße	Gegenverkehrsstraße
zwei	0.90	0.50
drei	0.80	0.40
vier	0.80	0.38

- Bemessungsintensität R_n

$$BI = \left[\sum (MI_i \cdot \ddot{U}KK_i \cdot PK_i) \right] \cdot KF$$

$$BI = \ddot{U}i \times E\ddot{U}I,$$

$E\ddot{U}I$ - Einspurige übertragene Intensität für das Jahr der letzten Verkehrszählung (2012) $Re1 = 314 \text{ OA}/24\text{h}$

PK_i - Prognosenkoeffizient

$$PK_i = \left(1 + \frac{P}{100} \right)^q,$$

q - bestimmter Zeitraum in Jahren, für den das Wachstum der Bemessungsintensität gesucht wird (das ist der Zeitraum vom Jahr der letzten Verkehrszählung bis zur Mitte der Betriebsdauer).

$$q = (2012 - 2008) + \frac{15}{2} = 10,5 \text{ Jahre}$$

P - durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der maßgebenden Intensität im Zeitraum „ q “.

Folgende Daten werden verwendet:

- | | | |
|------------------------------------|---|------------|
| - Jahr der letzten Verkehrszählung | - | Jahre 2012 |
| - Jahr der Inbetriebnahme | - | Jahre 2015 |
| - Betriebsdauer | - | 15 Jahre |
| - Ende der Betriebsdauer | - | Jahre 2030 |

Entwicklungsprognose zur Verkehrsbelastung auf der Landstraße I-7

Wir verfügen über die Verkehrsbelastungsdaten am Posten/Punkt D 439, der einen Straßenabschnitt umfasst, den wir als maßgeblich für die ganze Objektlänge betrachten. Der Zählpunkt 439 befindet sich an km 69+510 und umfasst den Abschnitt zwischen km 63+905 und km 83+275. Die Verkehrsintensitätsdaten sind für das Jahr 2005, laut Archivangaben des „Zentrallabors für Straßen-und Brückenbau“.[4]

Die Entwicklungsdaten der Verkehrsintensität bis zum Jahre 2025 sind in der nächsten Tabelle des „Zentrallabors für Straßen-und Brückenbau“ [4] angegeben.

Tab.6.3 Prognose für die Verkehrsintensität der Landstraße I-7

Jahr	PKW KFZ/24h	Autobusse KFZ/24h	LKWKFZ/24h					Gesamtzahl KFZ/24h
			Leicht-	Mittel-	Schwer-	Mit einem Abhängiger	Gesamt	
2012	1561	95	564	311	218	226	1319	2975
2017	1795	107	649	358	251	260	1518	3420
2022	2064	120	746	411	288	299	1744	3928
2027	2374	138	858	473	332	344	2007	4519
2032	2790	159	1008	556	390	404	2358	5307

- Bestimmung von „q“- Periode und „P“

2012	-	755 BA/tag (LKW mit $p > 2.5$ t/Achse)
2015	-	789 BA/tag "
2016.5	-	823 BA/tag "
2018	-	869 BA/tag "
2020.5	-	934 BA/tag "
2022	-	998 BA/tag "
2024.5	-	1074 BA/tag "
2026	-	1149 BA/tag "
2028.5	-	1209 BA/tag "
2030	-	1270 BA/tag "
2032	-	1350 BA/tag "

Periode:

2012/2027 $n = 15$ $q = 10.5$ $p = 3.64\%$ $f_z = 1.81$

- Bestimmung von „P“ für die Periode 2008/2023

 $n = 15$ $q = 10.5$

1270 – 789 = 481 LKW/tag für 15 Jahre

15 = 32,3 LKW/tag jährliche Erhöhung

$$p = \frac{32,3}{789} = 0.041 \rightarrow 4.1\% \quad f_z \left(1 + \frac{4.1}{100}\right)^{10.5} = 1.52$$

“BI” Bemessungsintensität

2008 – 2023 $R_n = R_{e1} \times f_z = 314 \times 1.52 = 477$ BA/tag - „hohe Schwerlast“

Kategorisierung des Verkehrs – nach Tab.9.6 (siehe Anhang 2 Tab.1) aus „Hand buch für Oberbaubemessungen“ – Jahre 2003. [18]

6.2.1.2 Bestimmung vom erforderlichen Elastizitätsmodul „En“

Nach der Bemessungsintensität

$$E_N = 75 \cdot (\lg R_n + 1) = 75 \cdot (\lg 477 + 1) = 276 \text{ MPa}$$

Nach der Leistungsfähigkeit des Oberbaus

$$W_{15} = 365 \times 15 \times 477 = 2611575 \text{ MA}$$

$$E_N = 75 \cdot (\lg W_{15} - 2.74) = 75 \cdot (\lg 2611575 - 2.74) = 276 \text{ MPa}$$

Nach zulässige Elastizitätverformung

$$\Sigma_v = \frac{0.285}{\lg R_n + 1} = \frac{0.285}{\lg 477 + 1} = 0.077 \text{ cm}$$

$$E_N = \frac{p \times D}{\Sigma_v} = \frac{0.633 \times 34}{0.077} = 280 \text{ MPa}$$

Wir nehmen für die Oberbaubemessung $E_N = 280 \text{ MPa}$

6.2.1.3. Oberbaukonstruktion

Wir nehmen als orientierend die Konstruktion des Oberbaus aus „Typenkonstruktionen von Asphaltdecken“ - Ausgabe der Straßenverwaltung – 1981 [19]

Wir nehmen die Konstruktion vom Typ „A“ für die Belastungskategorie – „sehr belastet“ an, mit einer unteren Hauptschicht aus nicht sortierten grobkörnigen Mineralstoffen mit $E=300 \text{ MPa}$, Modul der Grundfläche $E=45 \text{ Mpa}$ und Vergrößerung der Dicke von einer nicht dichten Asphalt-Betonschicht (von 4 auf 5 cm) und der Grundfläche (von 35 auf 38cm).

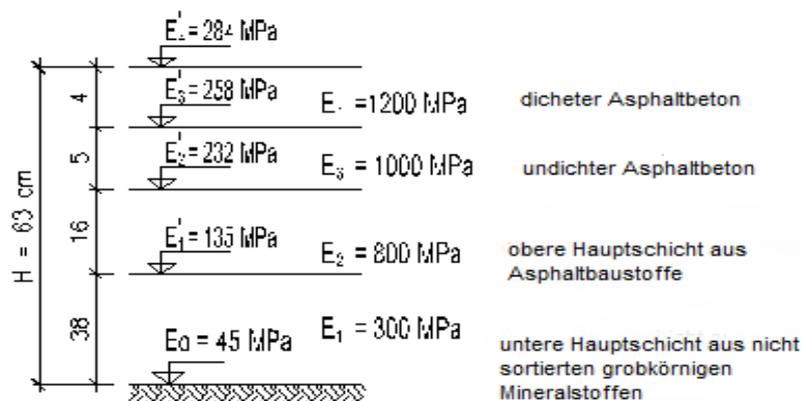


Abb.6.1. Elastizitätsmodul der Oberbauschichten

Tab.6.4. Maßgebende Elastizitätsmodul[18]

Materialtypen in den Oberbauschichten	Maßgebende Modul E_i , MPa
1. Dichter Asphaltbeton als Deckschicht	1000-1500
2. Offenporiger Asphaltbeton für die untere Schicht des Belags	900-1000
3. Porige Asphaltmischung für Hauptschicht (Binderschicht)	800-900
4. Groß- und Mittelkörnige hochporige Asphaltmischung für Binderschicht	800
5. Kleinkörnige und sandige hochporige Asphaltmischung für Binderschicht	650

- Überprüfung der Oberbaukonstruktion in Bezug auf Tragfähigkeit

$$\frac{E_o}{E_1} = \frac{45}{300} = 0.15; \quad \frac{L}{D} = \frac{38}{34} = 1.12; \quad \frac{E_1'}{E_1} = 0.45; \quad E1' = 0.45 \times 300 = 135 \text{ MPa}$$

$$\frac{E_1'}{E_2} = \frac{135}{800} = 0.17; \quad \frac{h}{D} = \frac{16}{34} = 0.47; \quad \frac{E_2'}{E_2} = 0.29; \quad E2' = 0.29 \times 800 = 232 \text{ MPa}$$

$$\frac{E_2'}{E_3} = \frac{232}{1000} = 0.23; \quad \frac{h}{D} = \frac{5}{34} = 0.15; \quad \frac{E_3'}{E_3} = 0.258; \quad E3' = 0.258 \times 1000 = 258 \text{ MPa}$$

$$\frac{E_3'}{E_4} = \frac{258}{1200} = 0.215; \quad \frac{h}{D} = \frac{4}{34} = 0.12; \quad \frac{E_4'}{E_4} = 0.237; \quad E4' = 0.237 \times 1200 = 284 \text{ MPa}$$

Das tatsächliche Modul der Oberbaufläche ist größer als das erforderliche ($284 > 280$). Bei den angenommenen Bedingungen ist die Oberbaukonstruktion entsprechend geeignet.

Überprüfung der Spannungen im Untergrund und den Oberbauschichten

- Überprüfung der Schubspannungen im Untergrund

Diese werden mit der Bedingung geprüft,

$$\tau_\mu + \tau_B \leq K \times C,$$

τ_μ - maximale aktive Spannung im Untergrund. Entsprechend dem Winkel der inneren Reibung und der Beziehung des Bodens φ^0 [18] (siehe dazu Anhang 2 Tab.2) wird diese aus dem Nomogramm von Abb.9.5. (für gebundene Böden) [18] (siehe dazu Anhang 2 Abb.1)

abgelesen, und die Beziehung $\frac{H}{D}$ und $\frac{E_{ds.}}{E_0}$.

H – die Dicke der Schicht über dem Untergrund.

D – Spurdurchmesser des Bemessungsfahrzeugs.

Für $p = 11.5 \text{ t / Achse}$, $D = 34 \text{ cm}$.

E_{ds} – der durchschnittliche Elastizitätsmodul der Schicht über dem Untergrund.

$$\frac{H}{D} = \frac{63}{34} = 1.85; E_{ds} = \frac{4 \times 1200 + 5 \times 1000 + 16 \times 800 + 38 \times 300}{63} = 540 \text{ MPa}$$

$$\frac{E_{ds.}}{E_0} = \frac{540}{45} = 12.00.$$

Aus Abb.9.7 [18] (siehe dazu Anhang 2 Abb.2) lesen wir für $\varphi = 42^\circ$ (durchschnittlicher Wert von f für großkörnige Mineralstoffe) ab

$$\frac{\tau_\mu}{p} \times 10^2 = 0.18; \tau_\mu = \frac{0.18 \times p}{10^2} = \frac{0.114}{100} = 0.0011 \text{ MPa}$$

$p = 0.633 \text{ MPa}$, für Achslast $p = 11.5 \text{ t}$

Aus Abb.9.8 [18] (siehe dazu Anhang 2 Abb.3) bei $H = 63 \text{ cm}$ und $\phi = 42^\circ$ lesen wir $\tau_B = -0.005$ ab.

$$\text{Dann } \tau_\mu + \tau_B = 0.0011 - 0.005 = -0.004 \text{ MPa}$$

Bestimmung von τ_{zul} .

$$\tau_{zul.} = K \times C,$$

K – Komplexkoeffizient. Wird aus Tab.9.8.[18] (siehe dazu Anhang 2 Tab.3) abgelesen (in unserem Fall $K=30$)

„C“- Bodenkohäsion. Wird der gleichen Tabelle entnommen [18] (siehe dazu Anhang 2 Tab.3). Für großkörnige Mineralstoffe $C=0.006 \text{ MPa}$. Dann $\tau_{zul.} = 0.30 \times 0.006 = 0.0018 \text{ MPa}$.

Überprüfung von der Bedingung:

$$\tau_\mu + \tau_B \leq K \times C;$$

$$\tau_\mu + \tau_B = -0.004 \text{ MPa}; \tau_{zul.} = K \times C = 0.0018 \text{ MPa}$$

$$- 0.004 \leq 0.0018$$

Die Bedingung ist erfüllt.

Die Überprüfung der Zugspannungen an der Unterkante des Asphaltbelags.

Die Bedingung $\frac{\sigma_{zul}}{\sigma_R} > 1$ muss erfüllt sein

σ_{zul} . – Die zulässigen Zugspannungen des Materials (Tabelle 9.7) [18] (siehe dazu Anhang 2 Tab.4). Bei starker Verkehrsbelastung, gilt für die Unterkante des Belags $\sigma_{zul} = 1.00 \text{ Mpa}$

σ_R - maximale Betriebsspannung in der betrachteten monolithischen Konstruktionsschicht.

Bestimmung von σ_R .

Diese wird aus dem Nomogramm von Abb.9.2 [18] (siehe dazu Anhang 2 Abb.4) bei gegebenen $\frac{H}{D}$ und $\frac{E_{ds.}}{E_t}$ bestimmt.

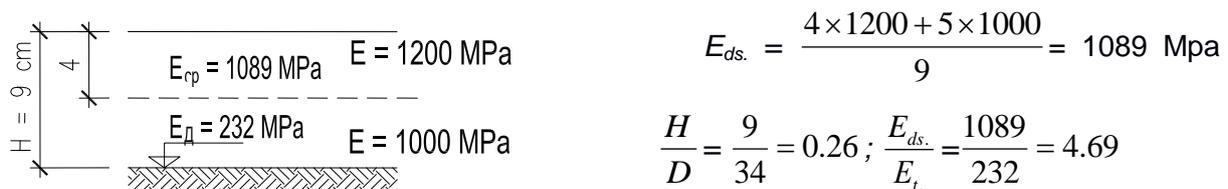


Abb.8.2 maximaler Arbeitslast

Aus dem Nomogramm bestimmen wir $\sigma_R = 1.38 \text{ MPa}$

Dann $\sigma_R = 1.15 \times p \times \sigma_R = 1.15 \times 0.633 \times 1.38 = 1.00 \text{ MPa}$

Überprüfung von der Bedingung: $\frac{\sigma_{don}}{\sigma_R} = \frac{1.00}{1.00} = 1$ - die Bedingung ist erfüllt.

- Überprüfung der Zugspannung an der Unterkante der Asphaltgrundfläche des Fahrbahnbelags.

$$\frac{\sigma_{dop}}{\sigma_R} > 1$$

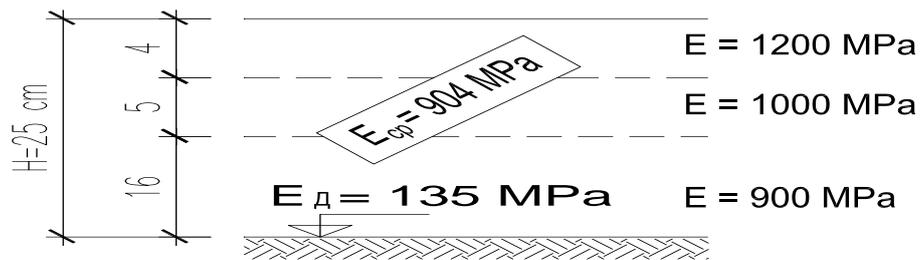


Abb.6.3. Zuglast in der Unterkante vom Asphalt

$$E_{ds.} = \frac{4 \times 1200 + 5 \times 1000 + 16 \times 800}{25} = 904 \text{ MPa}$$

$$\frac{H}{D} = \frac{25}{34} = 0.76;$$

$$\frac{E_{ds.}}{E_t} = \frac{904}{135} = 6.70$$

Aus Abb.9.2[18] (siehe dazu Anhang 2 Abb.4) wird abgelesen $\overline{\sigma_R} = 0.79 \text{ MPa}$

$$\text{Dann } \sigma_R = 1.15 \times 0.633 \times 0.79 = 0.58 \text{ MPa}$$

Aus Abb.9.7 für Verkehrsbelastung – Kategorie „sehr belastet“ wird abgelesen $\sigma_{zus.} = 0.8 \text{ MPa}$

$$\text{Die Bedingung } \frac{\sigma_{zus.}}{\sigma_R} = \frac{0.80}{0.58} = 1.38 > 1 \text{ – die Bedingung ist erfüllt}$$

- Überprüfung der Verkehrskonstruktion gegen gefährliches Gefrieren.

Bei dieser Prüfung wird die Schicht aus Steinstoffen (Gruppe A-1 mit einer Dicke von 50 cm) berücksichtigt.

Die Überprüfung wird durch Vergleich der Frosttiefe des Oberbaus Z und seiner Dicke H durchgeführt.

Die Bedingung ist $H > Z$

In unserem Fall $H = 68 \text{ cm}$.

- Bestimmung von Z

$$Z = m \times Z'$$

Z' – Die Frosttiefe des Untergrunds in der Oberbaugrundfläche auf einem freien Feld. Das wird aus einer Karte mit Isohäten (Abb.5.2) [18] (siehe dazu Anhang 2 Abb.5) abgelesen. In unserem Fall - $Z=85\text{cm}$.

$$m - \text{dimensionsloser Koeffizient. } m = \frac{\lambda_{u.g.}}{\lambda_z.}$$

$\lambda_{u.g.}$ – Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes unter dem Oberbau.

Das hängt vom Wärmewiderstand des Oberbaus R_o und wird Tab.5.2.[18] (siehe dazu Anhang 2 Tab.5) entnommen.

$$R_o = \frac{0.04}{1.20} + \frac{0.05}{0.95} + \frac{0.16}{0.70} + \frac{0.38}{2.05} = 0.500 \text{ m}^2\text{hg/kcal}$$

Bei $R_o = 0.500 \text{ m}^2\text{hg/kcal}$ lesen wir $\lambda_{u.g.} = 1.7 \text{ kcal/mgh}$ ab.

$\lambda_{ff.}$ – Der Wärmeleitfähigkeitskoeffizient des Untergrundes in Freifeldbedingungen. Er wird aus einer Karte abgelesen (Abb.5.3.) [18] (siehe dazu Anhang 2 Abb.6)

Für unser Objekt $\lambda_{ff.} = 2.50 \text{ kcal/mgh}$. (Das Objekt befindet sich in Gebiet I).

$$m = \frac{\lambda_{u.g.}}{\lambda_{ff.}} = \frac{1.7}{2.50} = 0.68$$

Dann $Z = m \times Z' = 0.68 \times 85 = 58\text{cm}$.

Die Oberbaudicke $H=63\text{cm}$ ist größer als die Frosttiefe $Z=58\text{cm}$, daher ist der Oberbau gegen gefährliches Gefrieren geschützt.

In diesem Fall ist die Oberbaudicke $H = 63 + 50 = 113 \text{ cm}$, daher gilt sie auch als gewährleistet.

Allgemeine Anmerkung

Die Oberbaukonstruktionen sind auf der Verkehrsintensität basiert, die durch die Verkehrszählung im Jahr 2012 und eine Prognose bis zum Jahr 2032 (zur Verfügung gestellt durch das Zentrallabor für Straßen- und Brückenbau)[4] bestimmt wurde.

6.2.2. Oberbaubemessung nach RVS 03.08.63

Berechnung der maßgebenden Intensität

$$BNLW = NLW_{\text{tägl.}} \cdot R.V.S.365.n.z$$

BNLW - Bemessungsnormlastwechsel

$NLW_{\text{tägl.}}$ - täglicher Normlastwechsel

- Wenn die Intensität der Fahrzeuge bekannt und in Kategorien klassifiziert ist.

$$NLW_{\text{tägl.}} = \sum JDTV_i \cdot \ddot{A}_i$$

$JDTV$ - Jährlich durchschnittlicher tägliche Lastverkehr

\ddot{A}_i - mittlere Äquivalenzwerte für die $JDTV$ entsprechende Fahrzeugkategorie.

Tab.6.5 mittlere Äquivalenzwerte für verschiedene Fahrzeugkategorie [20]

Fahrzeugkategorie	\ddot{A}_i
LKW ohne Anhänger	0,70
LKW mit Anhänger	1,20
Autobusse	0,60
Öffentliche VerkehrsmittelTyp 1	0,80
Öffentliche VerkehrsmittelTyp 2	1,40

- Wenn die Verkehrskategorien nicht klassifiziert sind .

$$NLW_{\text{tägl.}} = JDTLV_{\text{ges.}} \cdot \ddot{A}_{JDTLV}$$

$JDTLV_{\text{ges.}}$ - jährlich durchshnittlicher taglicher Lastverkehr von LKW und Autobusse

\ddot{A}_{JDTLV} - mittlere Äquivalenzwerte für verschiedene Fahrzeugkategorie (Tab.6.5).

Tab.6.6 mittlere Äquivalenzgrenzwerte des JDTLV-Kollektivs für verschiedene Straßenkategorien (bei nicht klassifizierten Kategorien) [20]

Straßenkategorie	\ddot{A}_{JDTLV}
Autobahnen	1,00
Sonstige Straßen	0,90

R- Faktor für die Aufteilungdes Verkehrs in verschiedene Richtungen (0.5 bei gleichmäßiger Verteilung des Verkehrs in beiden Richtungen)

V-- Faktor für die Fahrstreifenanzahl

(V=1,0- bei 1 und 2 Fahrstreifen

V=0,9- bei 3 und mehr Fahrstreifen)

S- Faktor für die Berücksichtigung der Fahrbahnbreite

Tab.6.7. Fahrspurfaktor S in Abhängigkeit von der Fahrbahnbreite bf [20]

b_f	<3,00m	3,00m	3,25m	3,50m	3,75m	$\geq 4,00m$
S	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

n- Bemessungsdauer in Jahren

(Generell: 20 Jahre Jahre für Asphaltbeläge und 30 Jahre für Betonbeläge), für dieses Projekt wurden in Anlehnung an die bulgarischen Bemessungsrichtlinien 15 Jahre angesetzt.

Z- Faktor für die Berücksichtigung der Intensitätserhöhung durch Verkehrszählung oder Verkehrsprognosen in p

Für den Fall, dass solche Prognosen oder Zählungen fehlen :

- Autobahnen p=3%

Sonstige Straßen p=2% , aus der Verkehrszählung werden für das Projekt 4,1% angenommen.

Tab.6.8.Zuwachsfaktor in Abhängigkeit von Bemessungsperiode n und jährlicher Zuwachsrate p [19]

		Mittlere jährliche Zuwachsrate in p %					
		0	1	2	3	4	5
Bemessungsperiode in Jahren	5	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,11
	10	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,26
	15	1,00	1,07	1,15	1,24	1,33	1,44
	20	1,00	1,10	1,22	1,34	1,49	1,65
	25	1,00	1,13	1,28	1,46	1,67	1,91
	30	1,00	1,16	1,35	1,59	1,87	2,21

$$BNLW = NLW_{\text{ügl.}} \cdot R \cdot V \cdot S \cdot 365 \cdot n \cdot z =$$

$$= (564 \cdot 1,0 + 311 \cdot 1,0 + 218 \cdot 0,7 + 226 \cdot 1,2 + 95 \cdot 0,6) \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 365 \cdot 15 \cdot 1,33 =$$

$$= 1355,8 \cdot 2730,65 = 3702223,74 = 3702223 \text{ BA für 15 Jahre}$$

Die Daten für die Verkehrsintensität sind aus Tab.6.3 ausgenommen wie folgt :

- Lkw (Leicht-) – 564 LKWKFZ/24h
- Lkw (Mittel-) – 311 LKWKFZ/24h
- Lkw (Schwer-) – 218 LKWKFZ/24h
- LKW mit Anhänger – 226 LKWKFZ/24h
- Autobusse – 95 LKWKFZ/24h

Tab.6.9. Bemessungstabelle für Oberbauten mit bituminösen Befestigungen[20]

Lastklasse (n = 20 Jahre)	S	I	II	III	IV	V	VI
BNLW in Mio.	> 10 bis 25 ¹⁾	> 4 bis 10	> 1,3 bis 4	> 0,4 bis 1,3	> 0,1 bis 0,4	> 0,05 bis 0,1	≤ 0,05
Bautype 1	cm 25 20 30 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS ungeb. untere TS	cm 23 20 30 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS ungeb. untere TS	cm cm 20 22 20 20 30 30 UP UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS ungeb. untere TS	cm cm 16 18 20 20 30 30 UP UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS ungeb. untere TS	cm cm 13 15 20 20 30 30 UP UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS ungeb. untere TS	cm cm 10 12 20 20 30 30 UP UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS ungeb. untere TS	cm cm 7 9 15 15 30 30 UP UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS ungeb. untere TS
Bautype 2 ²⁾	cm 23 18 30 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus ZGKK ungeb. untere TS	cm 21 18 30 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus ZGKK ungeb. untere TS	cm 18 18 30 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus ZGKK ungeb. untere TS	cm 14 18 30 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus ZGKK ungeb. untere TS	cm 11 18 30 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus ZGKK ungeb. untere TS	cm 8 18 30 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus ZGKK ungeb. untere TS	cm 6 18 30 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus ZGKK ungeb. untere TS
Bautype 3	/		/		cm 16 10 40 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus RA ungeb. untere TS	cm 13 10 40 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus RA ungeb. untere TS	cm 10 10 40 UP bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus RA ungeb. untere TS
Bautype 4	cm 17 30 20 UP bit. Decke + bit. TS zementstab. TS ungeb. untere TS	cm 15 30 20 UP bit. Decke + bit. TS zementstab. TS ungeb. untere TS	cm 15 25 20 UP bit. Decke + bit. TS zementstab. TS ungeb. untere TS	cm 10 25 20 UP bit. Decke + bit. TS zementstab. TS ungeb. untere TS	cm 10 20 20 UP bit. Decke + bit. TS zementstab. TS ungeb. untere TS	cm 5 20 20 UP bit. Decke + bit. TS zementstab. TS ungeb. untere TS	cm 5 18 20 UP bit. Decke + bit. TS zementstab. TS ungeb. untere TS
$E_{vUP} \geq 35 \text{ MN/m}^2$							

Anmerkungen:

1) Für höhere Belastungen ist eine gesonderte Dimensionierung erforderlich.

2) Die Dickenfestlegungen für das Asphaltpaket gelten nur, wenn auf der ZGKK- Schichte der höhere Abnahmewert $E_{vUP} > 120 \text{ MN/m}^2$ lt. RVS 8S.05.11 erreicht wird. Ansonsten sind die entsprechenden Dickenwerte der Bautype 1 maßgebend.

 bituminöse Tragschicht und Decke gemäß einschlägiger RVS

 ungebundene obere Tragschicht gem. RVS 8S.05.11, zentralgemischte Kantkörnung

 ungebundene obere Tragschicht aus rezykliertem, gebrochenen oder gefrästen Asphaltgranulat RA

 stabilisierte Tragschicht (ST-Z, ST-T) gem. RVS 8S.05.13

 ungebundene obere Tragschicht gem. RVS 8S.05.11, Rundkörnung

 ungebundene untere Tragschicht gem. RVS 8S.05.11

 ungebundene obere Tragschicht gem. RVS 8S.05.11, Kant- oder Brechkörnung

Nach der erfolgten Oberbaubemessung für 3 702 223 BNLW ist Bautyp I Lastklasse II am besten geeignet. Das ermöglicht die Auswahl zwischen zwei Bautypen.[20]

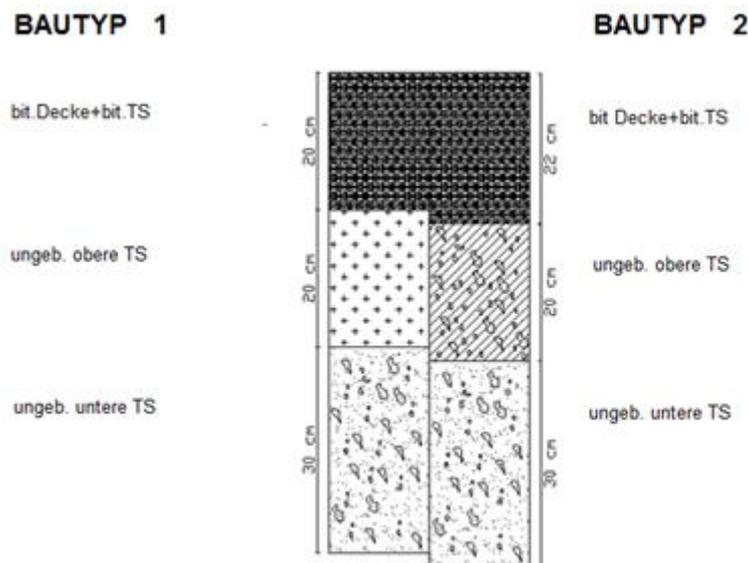


Abb.6.4. Gewählten Konstruktionstyp

7. ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde die bestehende Situation der Kreuzung bei km 9+200 der Landstraße I-7 in Silistra Gemeinde untersucht. Die Problembereiche sind beurteilt und eine Entscheidung dazu getroffen.

Um eine geeignete Lösung der Situation zu finden, wurde am Anfang allgemeine Theorie betrachtet, die die gründliche Arten und Anforderungen eines Knotenpunkts enthält.

Zwei verschiedene Variante für die Erneuerung der existierenden Kreuzung wurden untersucht und bewertet :

- Umbau der vierarmigen Kreuzung mit einer Fahrbahnverbreiterung
- Errichtung von einem neuen Kreisverkehr

Für diese erforderliche Bewertung wurden die folgenden Kriterien behandelt :

- Leistungsfähigkeit
- Verkehrssicherheit
- Umweltverträglichkeit
- Platzbedarf
- Kosten

Bei der Analyse und der Bewertung, sind die Sicherheit und der Komfort zu verbessern (Verminderung der Unfälle, die wegen einer Nichteinhaltung des Vorfahrts verursachen sind, sowie eine leichte Identifikation der Art der Kreuzung.)

Als eine optimale Lösung wurde der Neubau eines Kreisverkehrs ausgewählt. (siehe dazu z.B. Abb. 7.1)



Abb.7.1. Kreisverkehr [16]

Alle Fahrrichtungen sind etwa gleich belastet. Die Benutzung eines Kreisverkehrs ist die beste Lösung aus dem Sichtpunkt einer problemlösen Identifikation des Vorfahrts und der Vermeidung von den vielen Unfällen, wobei die Konfliktpunkte, die bei einer klassischen 4-Richtungs Kreuzung entstehen, nicht vorhanden sind.

Die gewählte Lösung ist planlich dargestellt. Der Oberbau ist nach zwei verschiedene Methoden bemessen:

- Methode der gleichwertigen Module (von Prof. Ivanov)
- Nach RVS 03.08.63 (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen)

Bei den beiden Bemessungen ergibt sich ein Unterschied in der Unterbaukonstruktion. Bei der Bemessung nach den bulgarischen Richtlinien ist eine Konstruktion vom Typ „A“ für die Belastungskategorie „sehr belastet“ an. Die gesamte Höhe von der bitumen Decke und der Tragschicht ist 25 cm. Bei der Bemessung nach RVS 03.08.63 ist Bautyp I Lastklasse II am besten geeignet. Das ermöglicht die Auswahl zwischen zwei Bautypen- einer mit bitumer Decke und Tragschicht mit gesamtter Höhe von 20 cm und einer mit gesamtter Höhe von 22 cm.

Der neue Kreisverkehr ist nach dem Kriterium Leistungsfähigkeit bemessen. Die folgende Auslastungen und Wartezeiten je Richtung sind aus der Bemessung erhalten:

- Richtung 1 – Silistra (Staatgränze) : $L_E=694$ EA/h ; $w= 19s$
- Richtung 2 – Silistra (Stadtzentrum) : $L_E=762$ EA/h ; $w= 13s$
- Richtung 3 – Tutrakan (Russe) : $L_E=852$ EA/h ; $w= 8s$
- Richtung 4 – Shumen : $L_E=750$ EA/h ; $w= 12,5s$

8. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Normen für Straßenplanung , Ministerium für regionale Entwicklung und bauliche Gestaltung , 26. Mai 2010
- [2] Wikipedia.org; 2016
- [3] Univ. Ass. Dipl. Ing. Dr. techn. Markus Hoffmann - Straßenplanung und –projektierung , Institut für Verkehrswissenschaften, TU-Wien – LVA 233.039 (WS 2009-2010);
- [4] Ausgangsdaten – “Zentrallabors für Straßen- und Brückenbau“ , August 2016
- [5] RVS 03.05.12 Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, GZ BMVIT-300.041/0015-II/ST-ALG/2007 RVS 03.05.12. PLANGLEICHE KNOTEN- KREUZUNGEN, T-KREUZUNGEN, Wien, am 5. März 2007
- [6] <http://dokpbdp.mvr.bg/> - Verkehrspolizeiabteilung des Landsamtes von Gemeinde Silistra, 29. Oktober 2016
- [7] „Verordnung Nr.2 über die Planung und Gestaltung von Kommunikations- und Verkehrssysteme in staatlichen Gebieten“, Ministerium für regionale Entwicklung und bauliche Gestaltung , 29. Junu 2004
- [8] <http://www.uvt.bme.hu/> - Straßen und Eisenbahnwesen, Vorlesung 1, Univ. Doc. Agnes Lindebach, PhD
- [9] Knotenpunkte im Straßennetz: Kreuzungen, Einmündungen, Kreisverkehre, Technische Universität Dresden, Univ. Prof.Dr.Ing. Reinhold Maier;
- [10] RVS 03.05.14 – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 300.041/33- 111/1/01 RVS 03.05.14 Plangleiche Knoten - Kreisverkehr, Wien, am 21. Mai 2001
- [11] Roundabouts: An Informational Guide, Second Edition – National Cooperative Highway Research Program, in cooperation with U.S. Department of transportation, Federal Highway Administration, NCHRP, Report 672. Transportation Research Board of The National Academy;
- [12] www.strassen.nrw.de , Landesbetrieb Strassenbau NRW , 18.August 2016
- [13] Kreisverkehrstudie in der Steiermark – Mag.Dr. Dieter Krainz , Kuratorium für Verkehrssicherheit , Graz , 2007
- [14] Richtlinien für die Errichtung von Kreisverkehrsplätzen; Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2003
- [15] <http://www.umweltbundesamt.at/> - 26.Oktober 2016
- [16] <http://www.land-oberoesterreich.gv.at> – 23.März 2016

[17] „Leistungsfähigkeit von Kreisverkehre“ – road.blog.bg ; Artikel von Ing. Ognyan Nikov
,02.April 2016

[18] Handbuch für Oberbaubemessungen – Jahre 2003

[19] „Typenkonstruktionen von Asphaltdecken “ - Ausgabe der Straßenverwaltung – 1981

[20] RVS 03.08.63 – Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr
(FSV), Wien, Mai 2005

9. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abb.1.1 Lageplan Kreuzung I-7 [Google Maps , 2016]
- Abb.2.1.1 Shumen-Silstra [Google Maps , 2016]
- Abb.2.1.2 Lageplan Kreuzung I-7 [Google Maps , 2016]
- Abb.2.2 Lageplan Landstraße I-7 [Straßenmappe Bulgarien , bg.360.net]
- Abb.2.3 Schema der Kreuzung km 9+200 (Ist-Zustand)
- Abb.2.4 Querschäden des Straßenbelags [2]
- Abb.2.5 Längsschäden des Straßenbelags [2]
- Abb.2.6 Bezeichnung der Indizes der Verkehrsrelationen an der bestehenden Kreuzung [5]
- Abb.2.7 Grundleistungsfähigkeit für das Fahrmanöver Linksabbiegen von Richtung 1
- Abb.3.1 Vierarmige Kreuzung mit allen Verkehrsbeziehungen [3]
- Abb.3.2 Mehrspurger KV – Bestandteile [3]
- Abb.4.1 Konfliktpunkte bei verschiedenen Kreuzungstypen [4]
- Abb.4.2 Die Kreuzung aus Vogelperspektive [Google Maps , 2016]
- Abb.5.1. Umstellung der existierenden Kreuzung durch Fahrbahnverbreiterung
- Abb.5.2 Errichtung eines Kreisverkehrs
- Abb.5.3 Leistungsfähigkeit bei Kreisverkehre [6]
- Abb.5.4 Geschwindigkeit bei Kreisverkehre [3]
- Abb.5.5 Konfliktpunkte bei Kreisverkehre und vierarmigen Kreuzungen [3]
- Abb.5.6 Unfälle mit Personenschäden – beispielweise [6]
- Abb. 5.7 Elemente des Linksabbiegestreifens [8]
- Abb. 5.8 Elemente des Rechtsabbiegestreifens [8]
- Abb.5.9 Bezeichnung der Verkehrsströme am Kreisverkehr [7]
- Abb.5.10 Maximale Leistungsfähigkeit von Richtung 1
- Abb.5.11 Sättigungsgrad von Richtung 1
- Abb.5.12 Leistungsfähigkeitsreserve von Richtung 1
- Abb.5.13 Maximale Leistungsfähigkeit von Richtung 2
- Abb.5.14 Sättigungsgrad von Richtung 2
- Abb.5.15 Leistungsfähigkeitsreserve von Richtung 2
- Abb.5.16 Maximale Leistungsfähigkeit von Richtung 3
- Abb.5.17 Sättigungsgrad von Richtung 3
- Abb.5.18 Leistungsfähigkeitsreserve von Richtung 3
- Abb.5.19 Maximale Leistungsfähigkeit von Richtung 4
- Abb.5.20 Sättigungsgrad von Richtung 4
- Abb.5.21 Leistungsfähigkeitsreserve von Richtung 4
- Abb.6.1 Elastizitätsmodul von den Oberbauschichte
- Abb.6.2 maximaler Arbeitslast
- Abb.6.3 Zuglast in der Unterkante vom Asphaltuntergrund

Abb.6.4 Gewählte Konstruktionstyp

Abb.7.1 Kreisverkehr [Straßenmappe Bulgarien , bg.360.net]

10. TABELLENVERZEICHNIS

Tab.1.1 Ermittlung der maßgebenden Hauptbelastungen [5]

Tab.1.2 Bezeichnung der Linien in Abbildung 2.7 [5]

Tab.5.1 Bewertung von den beiden Variante

Tab.5.2 Bewertung der Wartezeiten in jeder Richtung

Tab.6.1 Überweiskoeffizient von den maßgebenden Verkehrsmittel [9]

Tab.6.2 Kennziffer des Fahrstreifens

Tab.6.3 Prognose für die Verkehrsintensität der Landstraße I-7

Tab.6.4 Maßgebende Elastizitätsmodul

Tab.6.5 mittlere Äquivalenzwerte mittlere Äquivalenzwerte für verschiedene Fahrzeugkategorie [11]

Tab.6.6 mittlere Äquivalenzgrenzwerte des JDTLV-Kollektivs für verschiedene Straßenkategorien [11]

Tab.6.7 Fahrspurfaktor S in Abhängigkeit von der Fahrbahnbreite b_f [11]

Tab.6.8 Zuwachsfaktor in Abhängigkeit von Bemessungsperiode n und jährlicher Zuwachsrate p [11]

Tab.6.9 Bemessungstabelle für Oberbauten mit bituminösen Befestigungen [11]

11. ANHANGVERZEICHNIS

Anhang 1 - Tabelle für die Preisgestaltung der beiden Varianten

Anhang 2 - Bemessungstabellen und –abbildungen für die Oberbaubemessungen aus „Handbuch für Oberbaubemessungen“ – Jahre 2003

Anhang 3 – Planliche Darstellung

Anhang 1:

Tabelle für die Preisgestaltung der beiden Varianten

Schicht	Dicke der Sch.	Einheit.	Einz.Pr.	Fahrbahnverb reitung	Gesamt	Kreisverkehr	Gesamt	Preis
Dichter Asphaltbeton Typ A	4 cm	m2	14,9	7535	112272	8780	130822	149 BGN/Tonne
Undichter Asphaltbeton	5 cm	m2	15,8	7595	120001	8850	139830	132 BGN/Tonne
Zweite Bitumenüberschwem mung		m2	1,1	7565	8322	8815	9697	
Asphaltmischung für Tragschicht	16 cm	m2	46	7795	358570	9070	417220	125 BGN/Tonne
Erste Bitumenüberschwim mung		m2	1,4	8255	11557	9575	13405	
unsortierte großkörnigen Mineralstoffe	38 cm	m2	15,8	8255	130429	9575	151285	41,5 BGN/m3
Mineralstoffe Klasse A- I	50 cm	m2	19	9117	173223	10590	201210	38 BGN/m3
Bordsteine	50/25/15	m	22,5	970	21825	1070	24075	
					936 168 Mio BGN		1 087 543 Mio BGN	
					474 010 Euro		550 654 Euro	
*Bemerkungen: 1. Die Flächen für das Kreisverkehr sind ohne das Kreisinsel mit Fläche 4600 m2 2. 1 EUR=1.975GN								

Anhang 2:

Tab.1 Erforderlicher Elastizitätsmodul

Таблица 9.6

НЕОБХОДИМ МОДУЛ НА ЕЛАСТИЧНОСТ

КАТЕГОРИЯ НА ДВИЖЕНИЕТО	ОИ в ОА – 100 kN <i>ОА/ден</i>	ДОПУСТИМО ЕЛАСТИЧНО ОГЪВАНЕ, ϵ_V <i>см</i>	НЕОБХОДИМ ЕЛАСТИЧЕН МОДУЛ E_n , МПа	
			ОА – 100 kN	ОА – 100 kN
Много леко	$ОИ < 5$	0,165	120	130
Леко	$5 < ОИ < 16$	0,128	155	170
	$17 < ОИ < 20$	0,125	160	175
Средно	$21 < ОИ < 75$	0,100	200	215
	$76 < ОИ < 100$	0,095	210	225
Тежко	$101 < ОИ < 280$	0,083	240	260
	$281 < ОИ < 350$	0,081	245	265
Много тежко	$351 < ОИ < 750$	0,073	270	295
	$751 < ОИ < 1000$	0,071	280	305
Автомострада	$1001 < ОИ < 3900$	0,062	320	350
	$3901 < ОИ < 5500$	0,060	330	360

Tab.2 Ориентировочные значения ϕ и C для почв и материалов

Таблица 9.9

ОРИЕНТИРОВЪЧНИ СТОЙНОСТИ НА ϕ И C ЗА ПОЧВИ И МАТЕРИАЛИ

ВИД НА ПОЧВАТА И МАТЕРИАЛА	ϕ	C МПа	ЗАБЕЛЕЖКА
1. Глинен пясък прахов, пясчлива глина, глина	13 – 21	0,010 – 0,026	по-ниските стойности са при неблагоприятни хидроложки условия
2. Глинен пясък - дребнозърнест - едрозърнест	33 – 35 40	0,008 – 0,012 0,005 – 0,008	
3. Пясък - прахова - дребнозърнест - среднозърнест - едрозърнест	36 38 40 43	0,005 – 0,008 0,005 – 0,008 0,005 – 0,008 0,005 – 0,008	по-ниските стойности са при неблагоприятни хидроложки условия
4. Баластра, съдържаща: - зърна над 5 mm повече от 50%, и зърна под 0,10 mm по-малко от 9%	45	0,002 – 0,05	по-ниските стойности са при неблагоприятни хидроложки условия
- зърна над 5 mm повече от 30%, и зърна под 0,10 mm по-малко от 12%	35	0,02 – 0,05	
5. Почви, стабилизирани с течни битуми и катрани: - глинести пясъци - пясчливи, глинни и прахови глинести пясъци	25 – 35 15 – 25	0,02 – 0,035 0,02 – 0,035	по-високите стойности при стабилизация в смесител, а по-ниските – на място

Tab.3 Kompleksoeffizient K

Таблица 9.8

КОМПЛЕКСЕН КОЕФИЦИЕНТ K				
КАТЕГОРИЯ НА ДВИЖЕНИЕТО	много леко и леко	средно	тежко	много тежко
$K_2=$	1,0	0,9	0,8	0,65
$K_3=$	0,8	0,9	1,0	1,0
За свързани почви $C = 0,015 - 0,019 \text{ MPa}$ $K =$	1,0	0,80	0,64	0,52
За пясъци $C = 0,005 - 0,003 \text{ MPa}$ $K =$	0,56	0,45	0,36	0,30

Tab.4 Zulässige Zugspannung σ_{zul} MPa

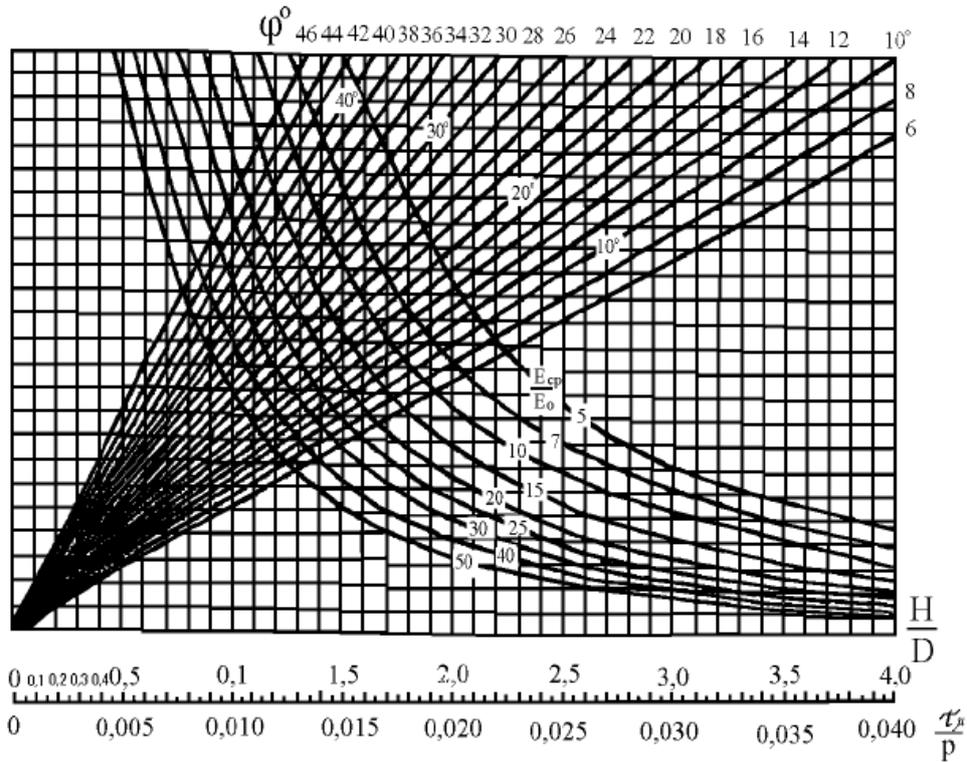
Таблица 9.7

ВИД НА МАТЕРИАЛА В ПЛАСТА	КАТЕГОРИЯ НА ДВИЖЕНИЕТО		
	много леко и леко движение	средно и тежко движение	много тежко движение
1. Асфалтобетон за износващ пласт	2,5	2,0	1,5
2. Асфалтобетон за долен пласт на покритието	1,5	1,2	1,0
3. Пореста асфалтова смес за основен пласт	1,2	1,0	0,8
4. Високопореста смес за основен пласт	1,0	0,8	0,6
5. Стабилизация с битум			
- в смесител	0,5	0,3	0,2
- на място	0,4	0,2	0,15
6. Стабилизация с цимент, вар, пепел			
- в смесител	0,5	0,3	0,2
- на място	0,4	0,2	0,15

Tab.5 Empfohlene Werte des Koeffizientes λ in Abhängigkeit von der Wärmewiderstand des Oberbaus

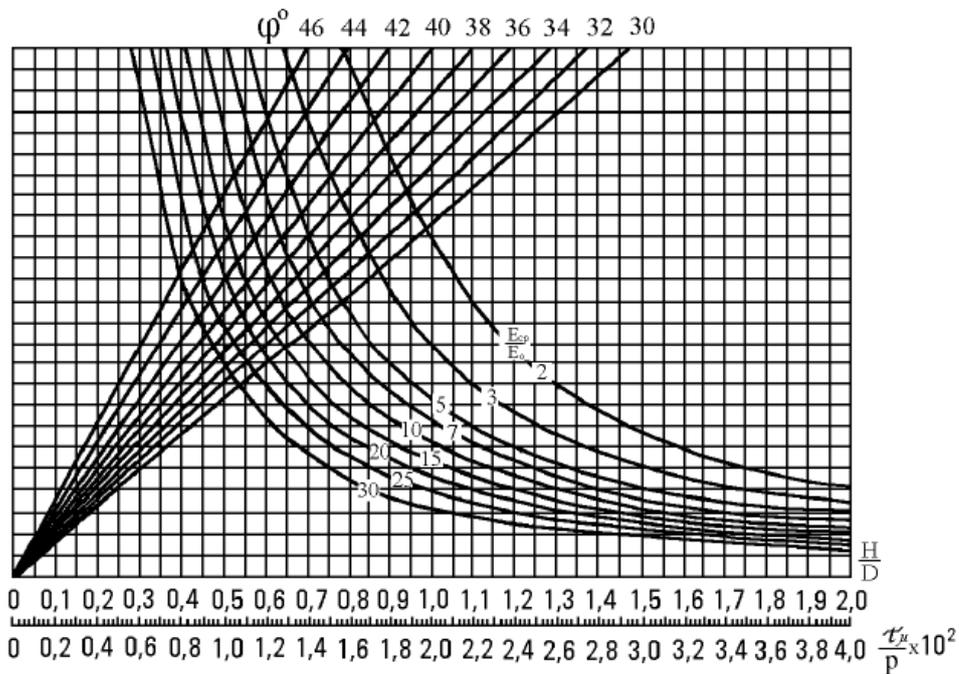
Таблица 5.2

ПРЕПОРЪЧИТЕЛНИ СТОЙНОСТИ НА КОЕФИЦИЕНТА λ_{zn} В ЗАВИСИМОСТ ОТ ТОПЛИННОТО СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА НАСТИЛКАТА							
R_o	под 0,18	от 0,18 до 0,25	от 0,26 до 0,35	от 0,36 до 0,45	от 0,46 до 0,55	от 0,56 до 0,65	над 0,65
λ_{zn}	2,30	2,15	2,00	1,85	1,70	1,65	1,50



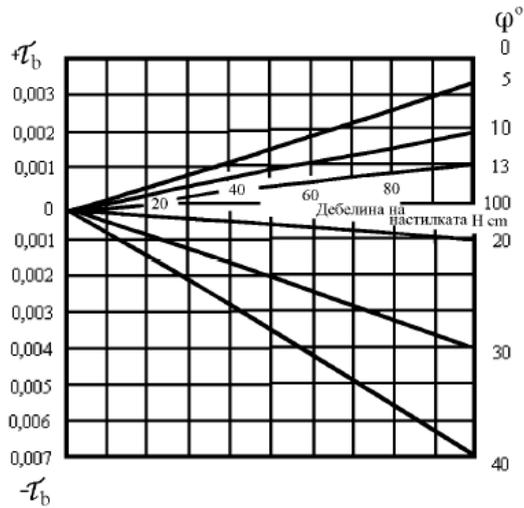
Фиг.9.5 Определяне на τ_μ за свързани почви при високи стойности на τ

Abb.1 Bestimmung von τ für gebundene Böden bei hohen Werten von τ



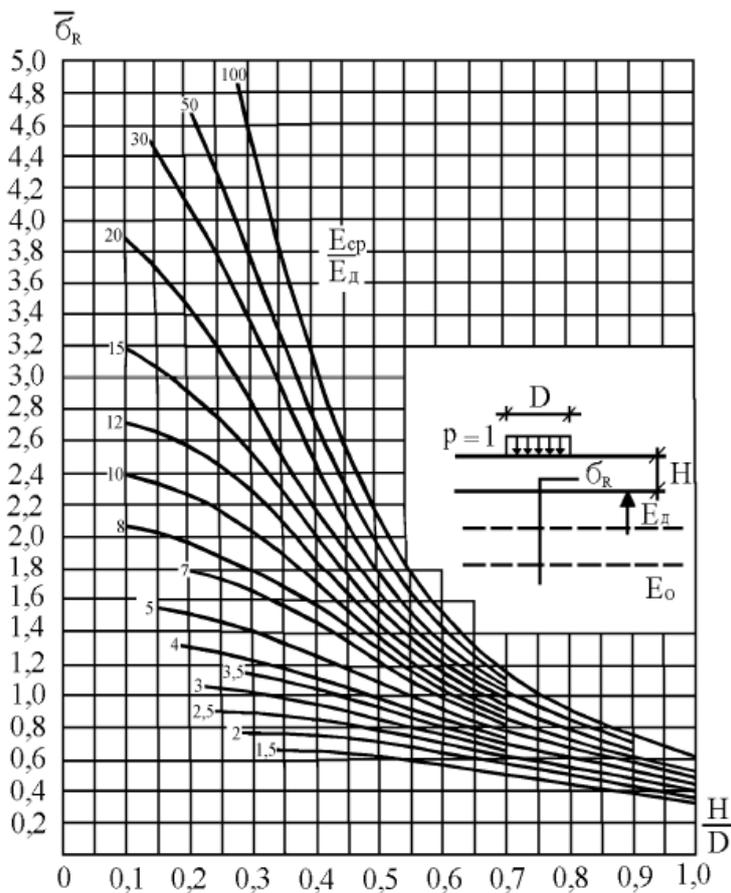
Фиг.9.7 Определяне на τ_μ за несвързани почви при малки стойности на τ

Abb.2 Bestimmung von τ für nicht gebundene Böden bei kleinen Werten von τ



Фиг.9.8 Определяне големината на активното напрежение на срязване в земната основа вследствие собствено тегло на настилата

Abb.3 Bestimmung der Größe von der aktiven Schubspannung in dem Erdboden imfolge des Eigengewicht von dem Oberbau



Фиг.9.2 Определяне опънното напрежение в долния пласт на покритието

Abb.4 Bestimmung von der Zugspannung in der Unterschicht

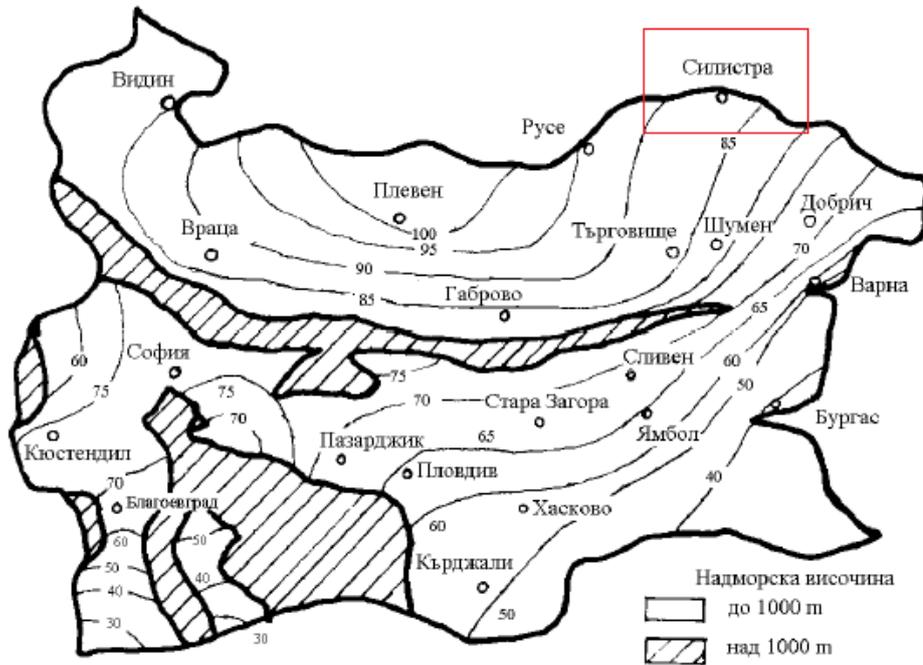


Abb.5 Isohетен der Frosttiefe Z des Bodens in offenes Feld



Фиг. 5.3 Климатично районирание на Р България

Abb.6 Die Klimaregionen in Bulgarien

Anhang 3:

Zeichnung 1 – Lageplan der Kreuzung (Ist-Zustand)

Zeichnung 2 – Längenschnitte der Kreuzung , Richtung 1,2,3 und 4 (Ist-Zustand)

Zeichnung 3 – Lageplan der Kreuzung mit Fahrbahnverbreiterung (Ideenvariante)

Zeichnung 4 – Geometrische Lösung und Trassierungsplan (Kreisverkehr)

Zeichnung 5.1 – Längenschnitt Kreisverkehr

Zeichnung 5.2 – Längenschnitte von Richtungen 1,2,3 und 4

Zeichnung 6.1 – detaillierte Querschnitte des Kreises

Zeichnung 6.2 – detaillierte Querschnitte des Kreises

Zeichnung 6.3 – detaillierte Querschnitte des Kreises

Zeichnung 6.4 – detaillierte Querschnitte des Kreises

Zeichnung 7 – Querschnitt von Richtung 1

Zeichnung 8 – Querschnitt von Richtung 2

Zeichnung 9 – Querschnitt von Richtung 3

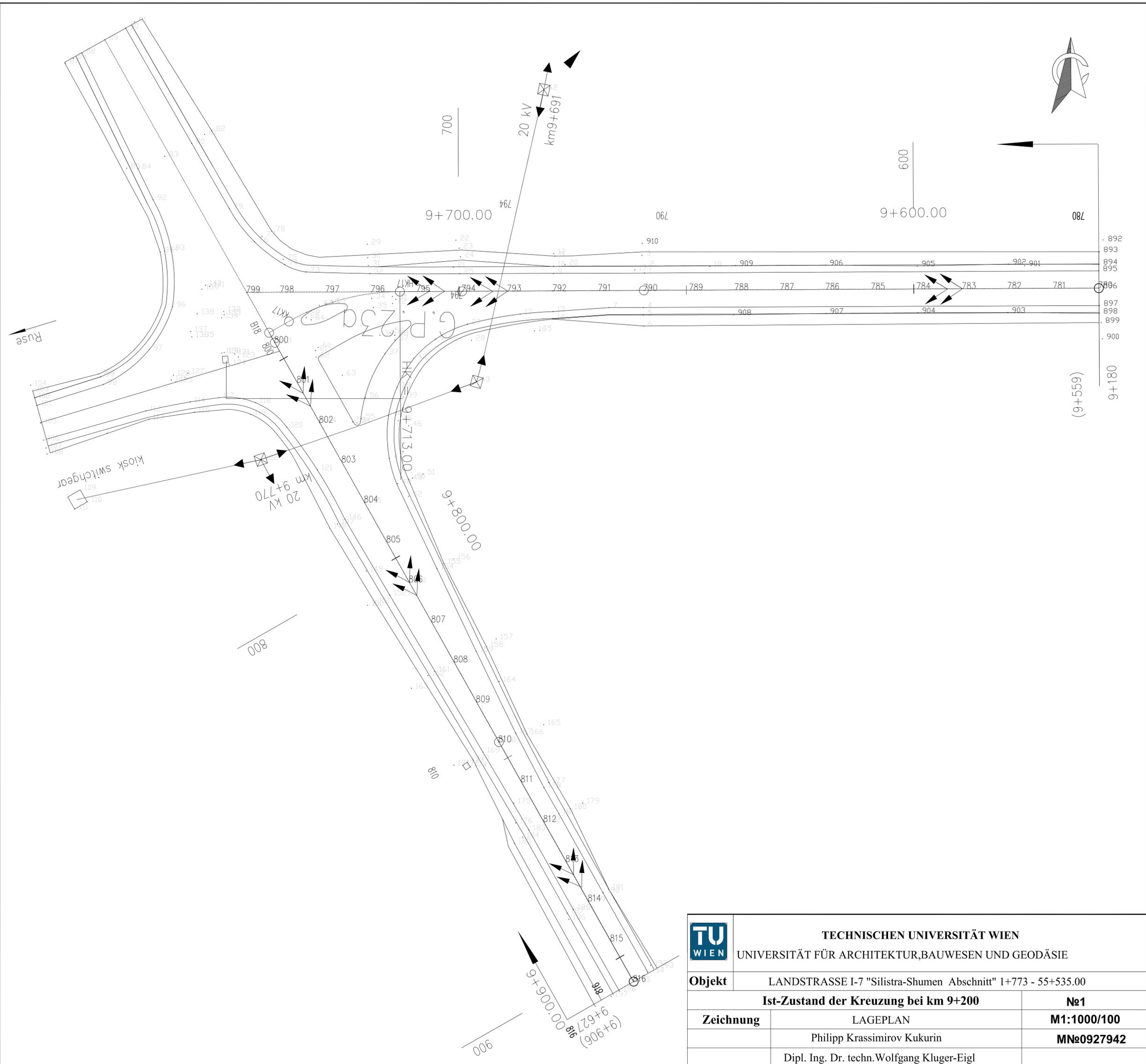
Zeichnung 10 – Querschnitt von Richtung 4

Zeichnung 11 – Beständige Signalmarkierung und Verkehrszeichen

Zeichnung 12 - Beständige Signalmarkierung und Verkehrszeichen – Zeichen

Zeichnung 13 - Höhenplan und Entwässerung

Bemerkung: „Ackerkrume“ – Humus bzw. Mutterboden



TECHNISCHEN UNIVERSITÄT WIEN
UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR,BAUWESEN UND GEODÄSIE

Objekt LANDSTRASSE I-7 "Silistra-Shumen Abschnitt" 1+773 - 55+535.00

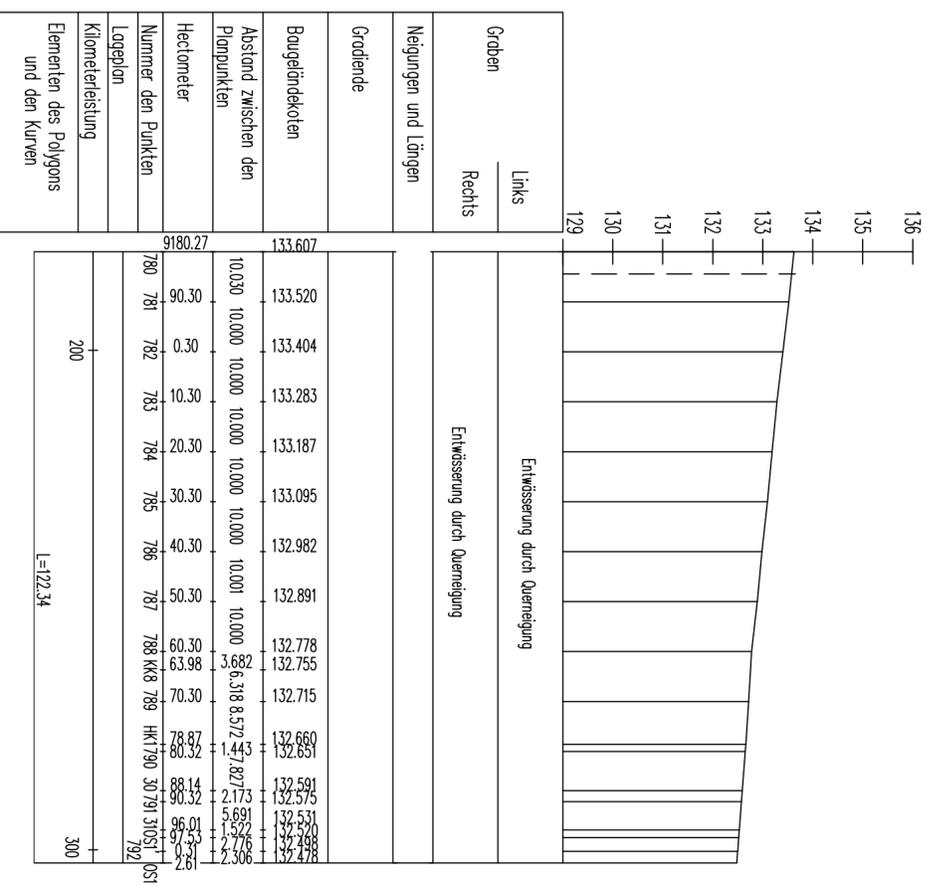
Ist-Zustand der Kreuzung bei km 9+200 **№1**

Zeichnung LAGEPLAN **M1:1000/100**

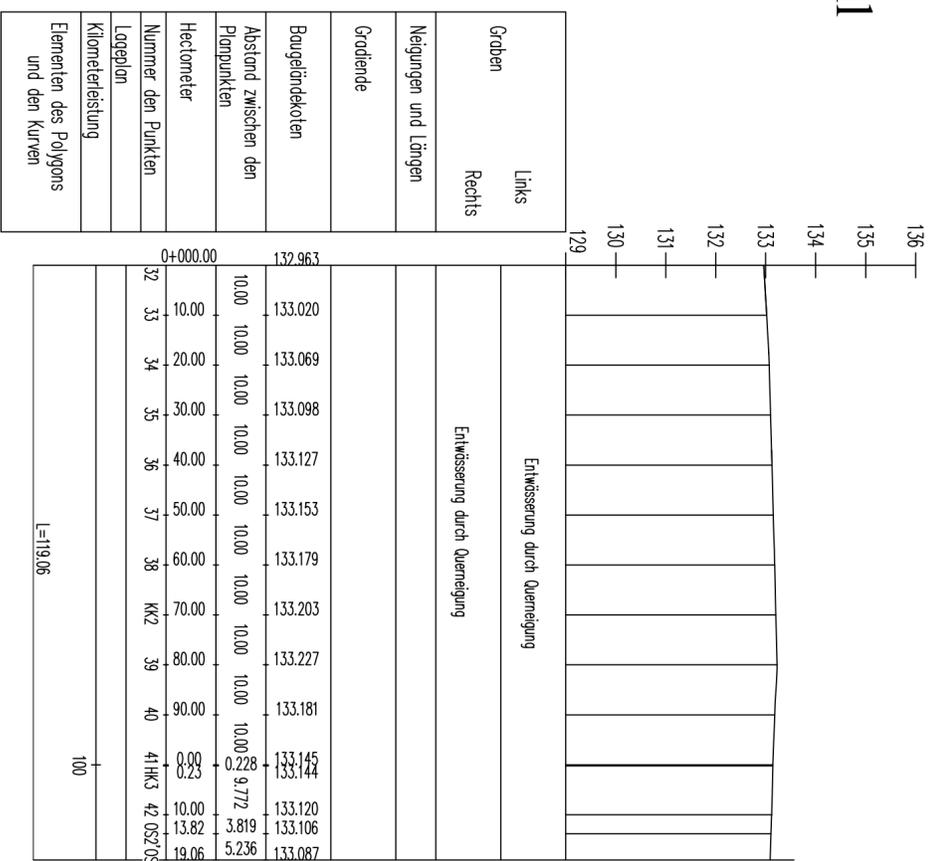
Philipp Krassimirov Kukurin **MN№0927942**

Dipl. Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluger-Eigl

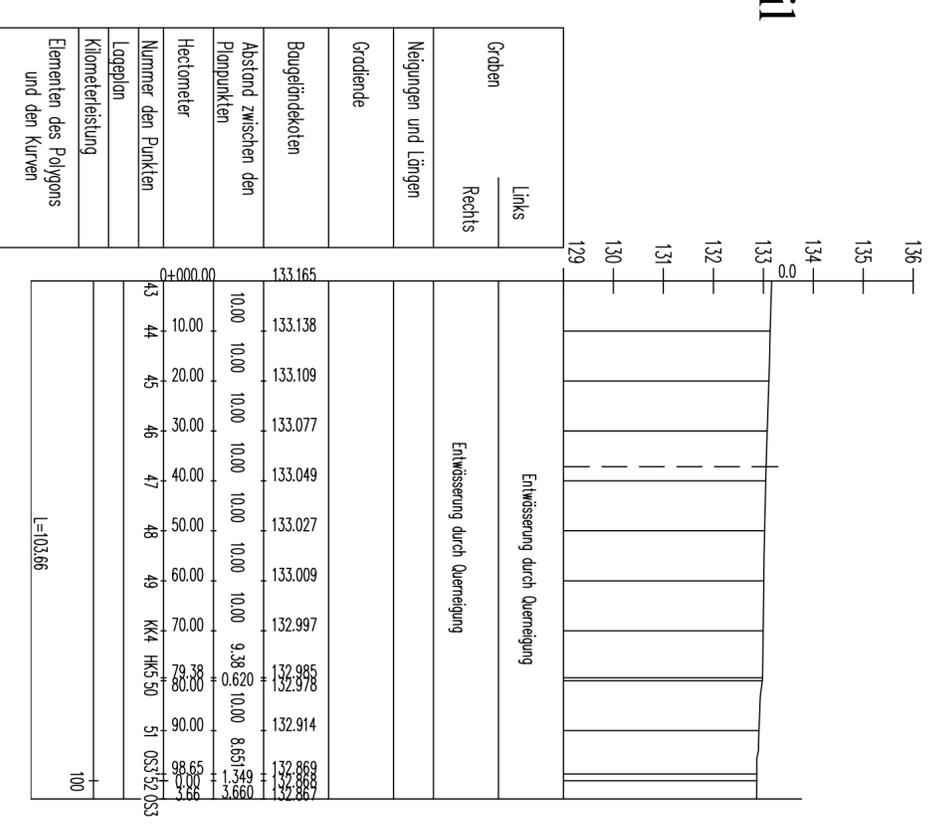
Längsprofil Richtung 1



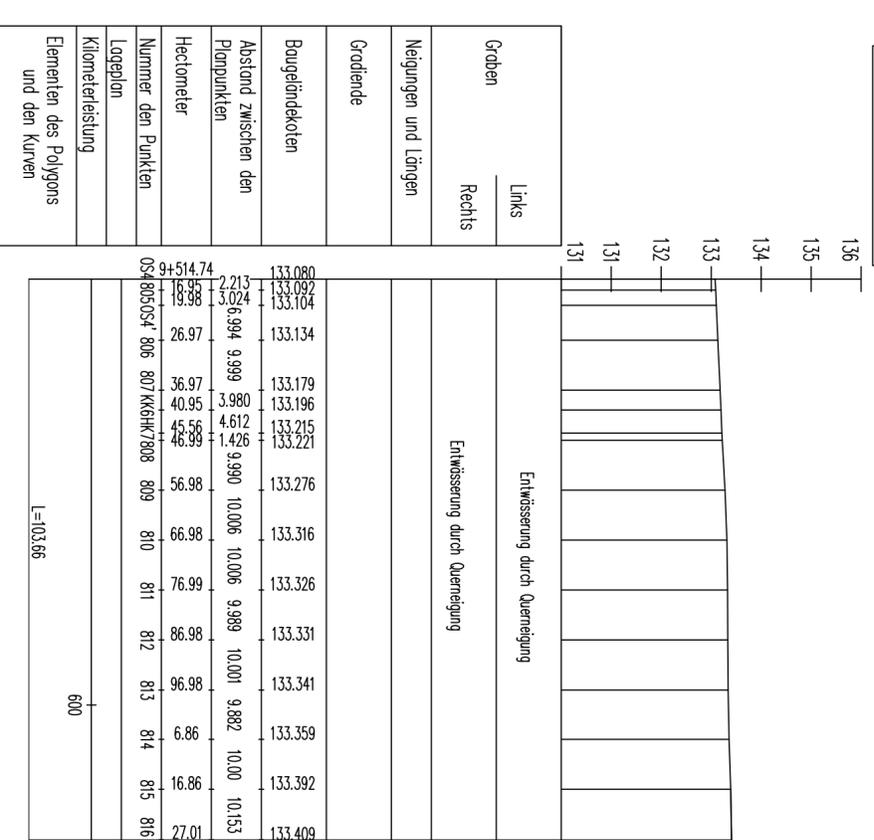
Längsprofil Richtung 2

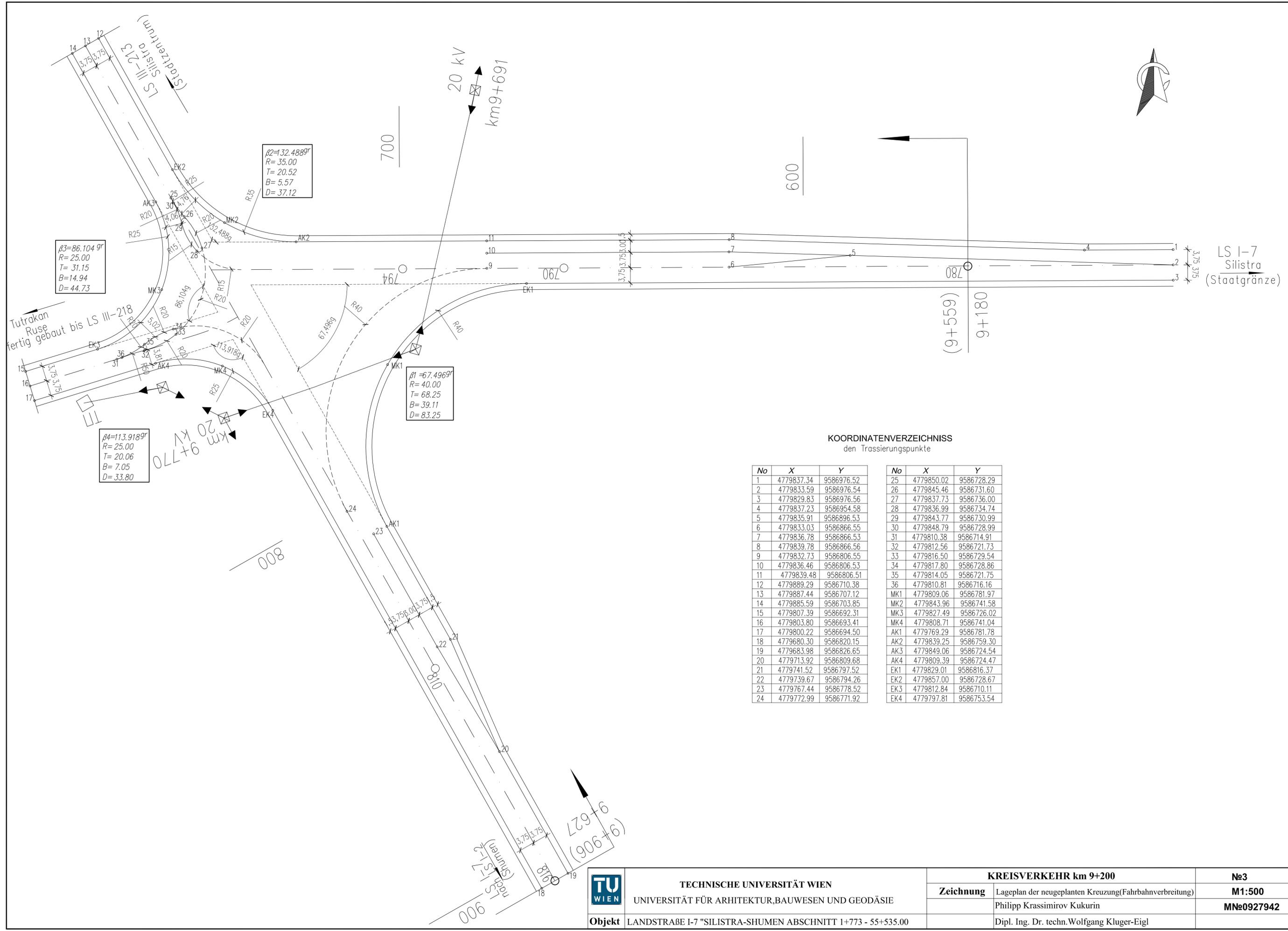


Längsprofil Richtung 3



Längsprofil Richtung 4





$\beta_3 = 86.1049^\circ$
 $R = 25.00$
 $T = 31.15$
 $B = 14.94$
 $D = 44.73$

$\beta_2 = 132.4889^\circ$
 $R = 35.00$
 $T = 20.52$
 $B = 5.57$
 $D = 37.12$

$\beta_1 = 67.4969^\circ$
 $R = 40.00$
 $T = 68.25$
 $B = 39.11$
 $D = 83.25$

$\beta_4 = 113.9189^\circ$
 $R = 25.00$
 $T = 20.06$
 $B = 7.05$
 $D = 33.80$

KOORDINATENVERZEICHNISS
 den Trassierungspunkte

No	X	Y	No	X	Y
1	4779837.34	9586976.52	25	4779850.02	9586728.29
2	4779833.59	9586976.54	26	4779845.46	9586731.60
3	4779829.83	9586976.56	27	4779837.73	9586736.00
4	4779837.23	9586954.58	28	4779836.99	9586734.74
5	4779835.91	9586896.53	29	4779843.77	9586730.99
6	4779833.03	9586866.55	30	4779848.79	9586728.99
7	4779836.78	9586866.53	31	4779810.38	9586714.91
8	4779839.78	9586866.56	32	4779812.56	9586721.73
9	4779832.73	9586806.55	33	4779816.50	9586729.54
10	4779836.46	9586806.53	34	4779817.80	9586728.86
11	4779839.48	9586806.51	35	4779814.05	9586721.75
12	4779889.29	9586710.38	36	4779810.81	9586716.16
13	4779887.44	9586707.12	MK1	4779809.06	9586781.97
14	4779885.59	9586703.85	MK2	4779843.96	9586741.58
15	4779807.39	9586692.31	MK3	4779827.49	9586726.02
16	4779803.80	9586693.41	MK4	4779808.71	9586741.04
17	4779800.22	9586694.50	AK1	4779769.29	9586781.78
18	4779680.30	9586820.15	AK2	4779839.25	9586759.30
19	4779683.98	9586826.65	AK3	4779849.06	9586724.54
20	4779713.92	9586809.68	AK4	4779809.39	9586724.47
21	4779741.52	9586797.52	EK1	4779829.01	9586816.37
22	4779739.67	9586794.26	EK2	4779857.00	9586728.67
23	4779767.44	9586778.52	EK3	4779812.84	9586710.11
24	4779772.99	9586771.92	EK4	4779797.81	9586753.54

	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR,BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200		№3
		Zeichnung	Lageplan der neugeplanten Kreuzung(Fahrbahnverbreiterung)	M1:500
			Philipp Krassimirov Kukurin	MN№0927942
Objekt	LANDSTRASSE I-7 "SILISTRA-SHUMEN ABSCHNITT I+773 - 55+535.00		Dipl. Ing. Dr. techn.Wolfgang Kluger-Eigl	



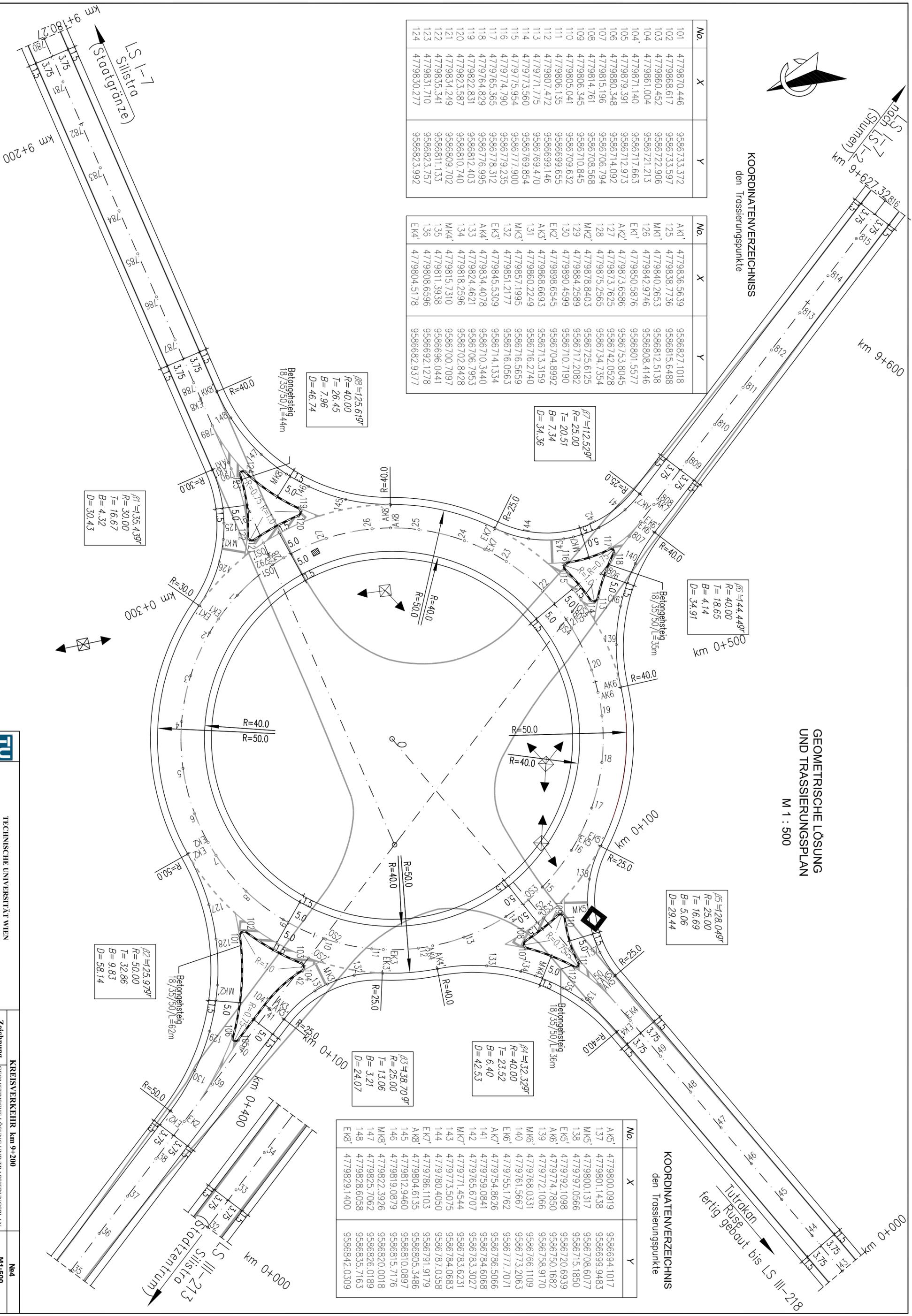
KOORDINATENVERZEICHNISS
den Trassierungspunkte

No.	X	Y	No.	X	Y
101	4779870,446	9586733,372	AK1'	4779836,5639	9586827,1018
102	4779868,617	9586733,597	125	4779838,7736	9586815,6488
103	4779860,452	9586722,906	MK1'	4779840,2653	9586812,5138
104	4779861,004	9586721,213	126	4779842,9746	9586808,4146
104'	4779871,140	9586717,663	EK1'	4779850,5876	9586801,5577
105	4779879,391	9586712,973	AK2'	4779873,6586	9586753,8045
106	4779880,348	9586706,794	AK2'	4779873,7625	9586742,0528
107	4779815,196	9586708,568	128	4779875,2565	9586734,7354
108	4779814,761	9586709,845	MK2'	4779878,8403	9586725,6125
109	4779806,345	9586710,845	129	4779884,2589	9586717,2082
110	4779805,041	9586709,632	130	4779890,4599	9586710,7190
111	4779806,135	9586699,146	EK2'	4779898,6545	9586704,8992
112	4779807,472	9586699,146	AK3'	4779898,6693	9586713,3159
113	4779771,775	9586769,470	131	4779860,2249	9586716,2740
114	4779773,560	9586769,854	MK3'	4779857,1995	9586716,5659
115	4779775,954	9586779,235	132	4779851,2177	9586716,0563
116	4779774,790	9586778,312	EK3'	4779845,5309	9586714,1334
117	4779765,365	9586778,312	AK4'	4779834,4078	9586710,3440
118	4779764,829	9586776,995	133	4779824,4621	9586706,7953
119	4779822,831	9586812,403	134	4779818,2596	9586702,8428
120	4779823,587	9586810,740	MK4'	4779815,7310	9586700,7097
121	4779834,249	9586809,702	135	4779811,3938	9586696,0441
122	4779835,341	9586811,133	136	4779808,6596	9586692,1278
123	4779831,710	9586823,757	EK4'	4779804,5178	9586682,9377
124	4779830,277	9586823,992			

GEOMETRISCHE LÖSUNG
UND TRASSIERUNGSPLAN
M 1 : 500

KOORDINATENVERZEICHNISS
den Trassierungspunkte

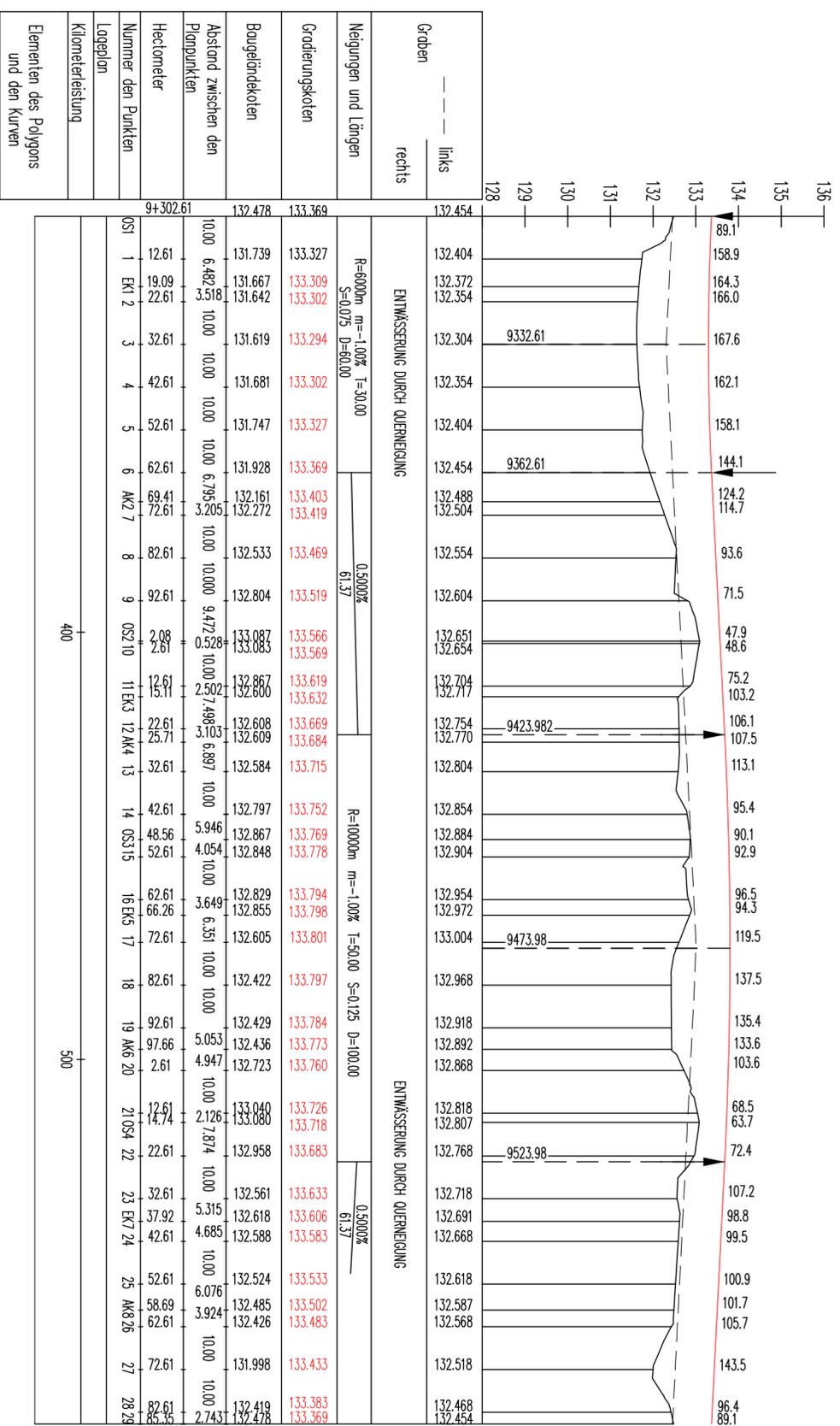
No.	X	Y
AK5'	4779800,0919	9586894,1017
137	4779801,1438	9586899,9483
MK5'	4779800,1317	9586708,6077
138	4779797,0566	9586715,1850
EK5'	4779792,1098	9586720,6939
AK6'	4779774,7850	9586750,1682
139	4779772,1066	9586758,9170
MK6'	4779768,0331	9586766,1109
140	4779761,5667	9586773,2063
EK6'	4779755,1762	9586777,7071
AK7'	4779754,8626	9586786,5066
141	4779759,0841	9586784,6068
142	4779765,6707	9586783,3027
MK7'	4779771,4544	9586783,6231
143	4779773,5075	9586784,0683
144	4779780,4050	9586787,0358
EK7'	4779786,1103	9586791,9179
AK8'	4779804,6135	9586805,3486
145	4779812,9460	9586810,0897
146	4779819,0879	9586815,7176
MK8'	4779822,3926	9586820,0018
147	4779825,7062	9586826,0189
148	4779828,6058	9586835,7163
EK8'	4779829,1400	9586842,0309



	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200 GEOMETRISCHE LÖSUNG UND TRASSIERUNGSPLAN Philipp Krasmimov Kukunin Dipl.-Ing. Dr.-techn. Wolfgang Kluge-Figl	M4 M1:500 MN0927942
	Objekt LANDSTRASSE I-7 "SILISTRA-SHUMEN" ABSCHNITT I+773 - 55+535,00		

LÄNGENSCHNITT

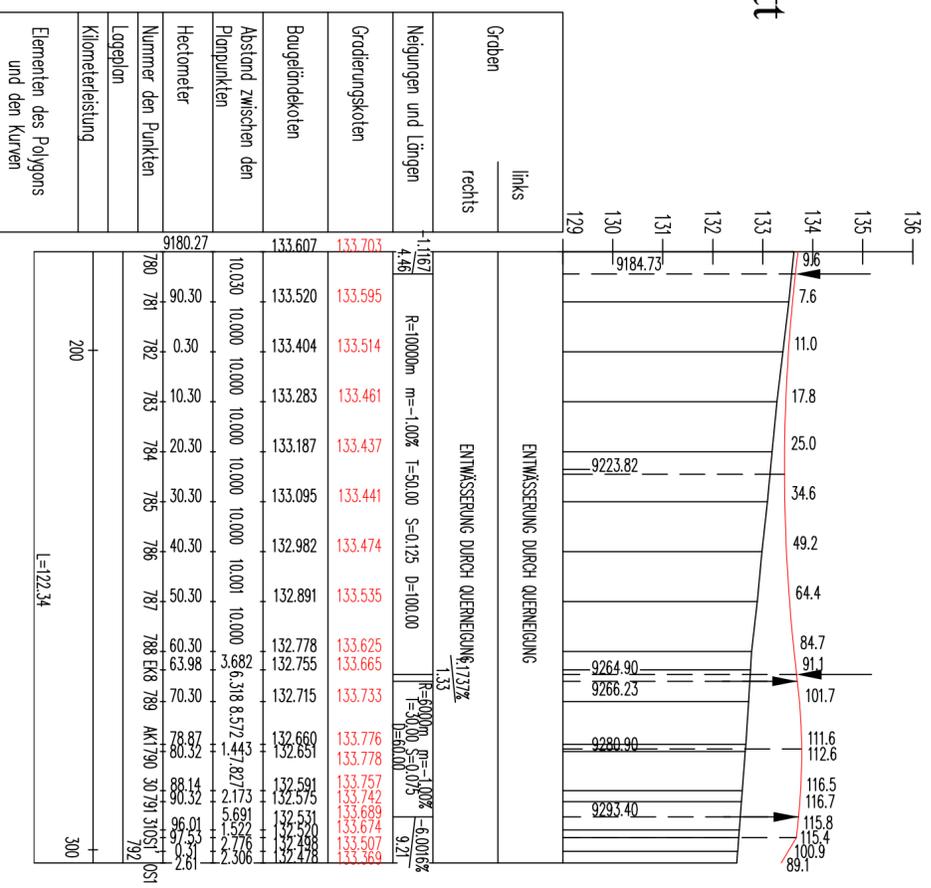
Kreisverkehr



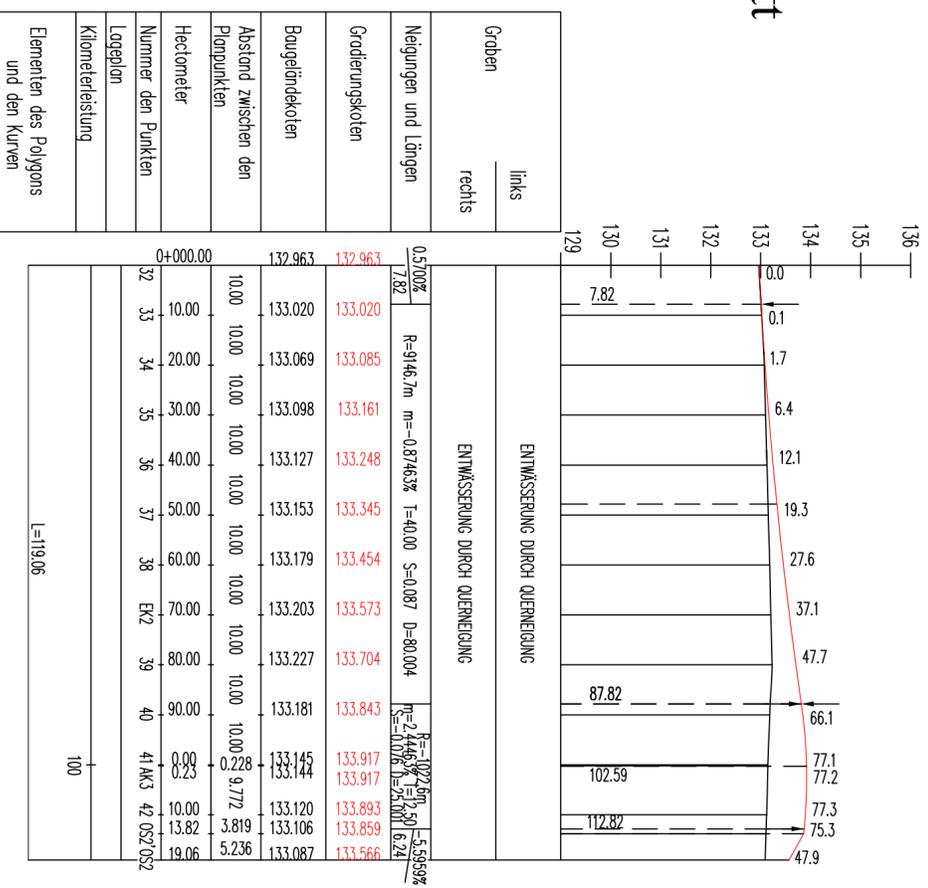
LEGENDE:
 AK - ANFANG DER KURVE
 EK - ENDE DER KURVE
 - GRADIERENDE DES OBERBAUS
 - GRADIERENDE DES GRABENS

	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200	№5.1
	Objekt: LANDSTRASSE I-7 SILISTRASSEN ABSCHNITT I+773 - 55+535.00	Zeichnung: LÄNGENSCHNITT - KREISVERKEHR Philipp Krassimirov Kukarin	M1:1000/100 MN№0927942

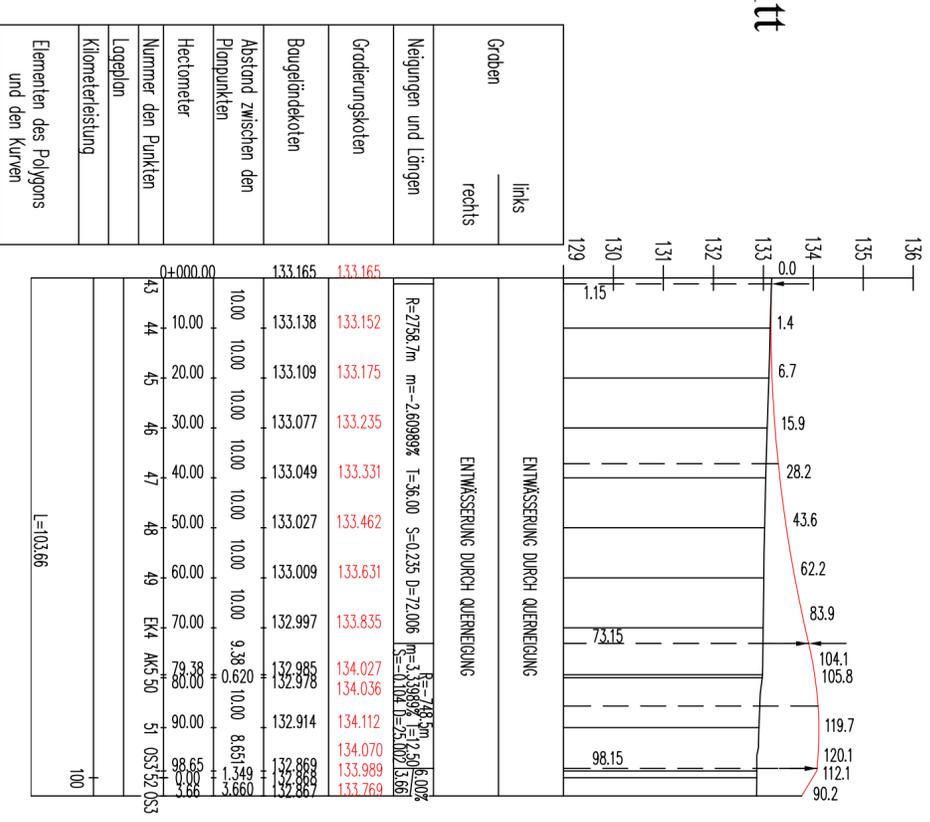
Längenschnitt Richtung 1



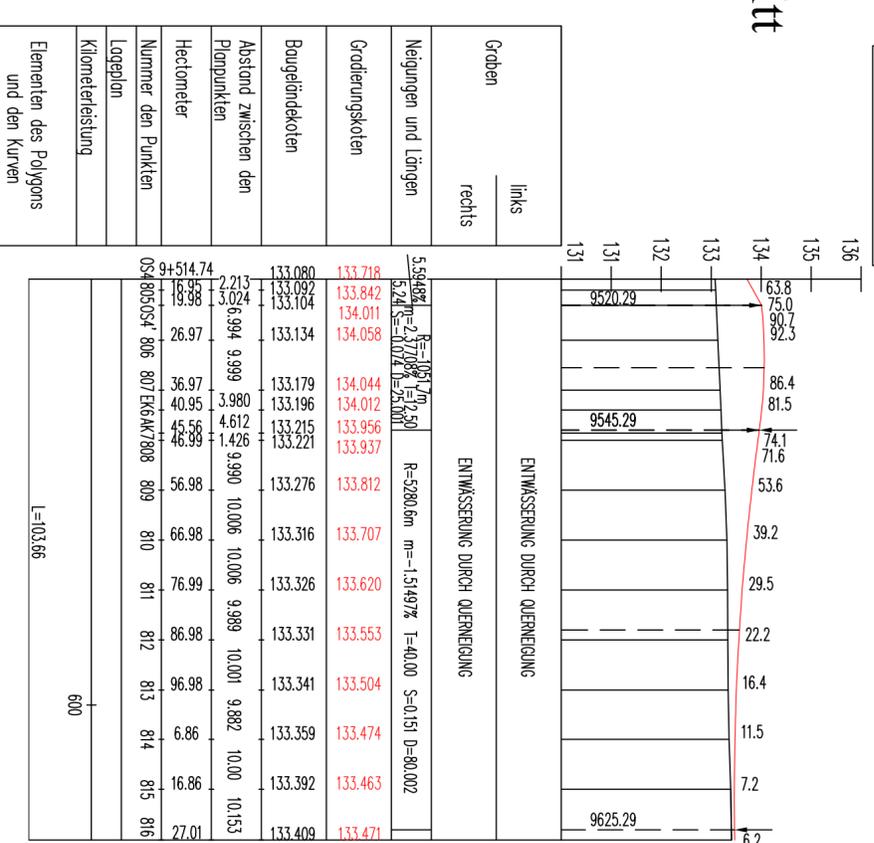
Längenschnitt Richtung 2



Längenschnitt Richtung 3

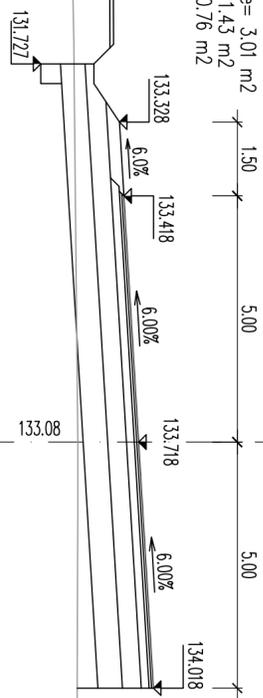


Längenschnitt Richtung 4

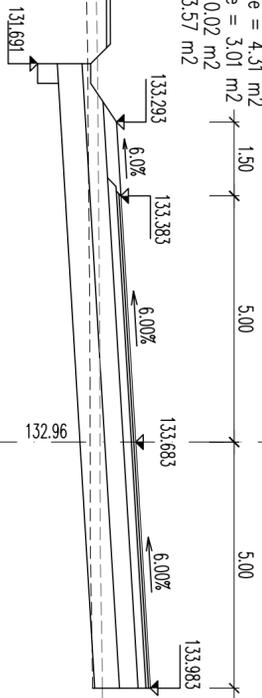


- LEGENDE:
 AK - ANFANG DER KURVE
 EK - ENDE DER KURVE
 - - GRADIERENDE DES OBERBAUS
 - - GRADIERENDE DES GRABENS

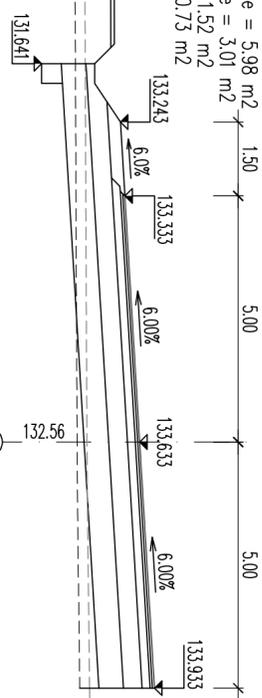
(S9) 9+514,74
 Dammbaus Ackerkrume = 3,01 m²
 Dammbaus Boden = 1,43 m²
 Graben aus Boden = 0,76 m²



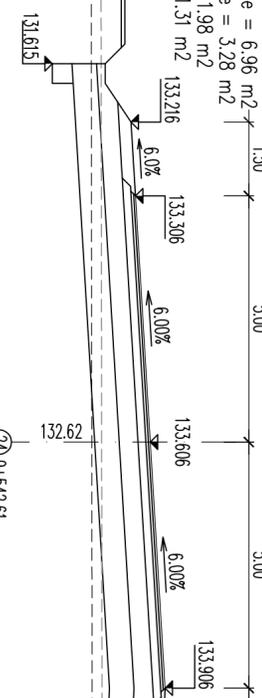
(Z2) 9+522,61=0+000,00
 Graben aus Ackerkrume = 4,31 m²
 Dammbaus Ackerkrume = 3,01 m²
 Dammbaus Boden = 0,02 m²
 Graben aus Boden = 3,57 m²



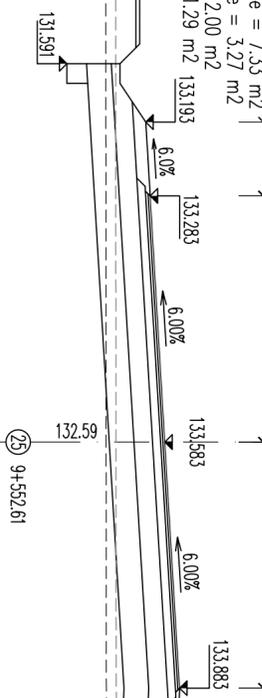
(EK7) 9+537,92
 Graben aus Ackerkrume = 5,98 m²
 Dammbaus Ackerkrume = 3,01 m²
 Dammbaus Boden = 1,52 m²
 Graben aus Boden = 0,73 m²



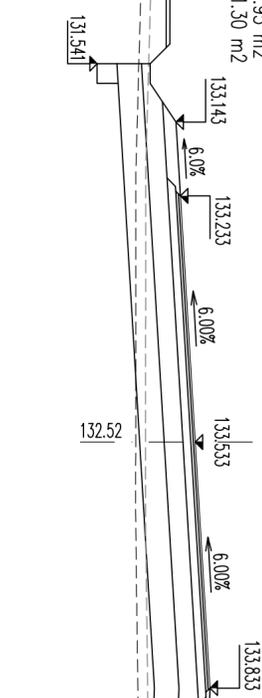
(Z9) 9+542,61
 Graben aus Ackerkrume = 6,96 m²
 Dammbaus Ackerkrume = 3,28 m²
 Dammbaus Boden = 1,98 m²
 Graben aus Boden = 1,31 m²



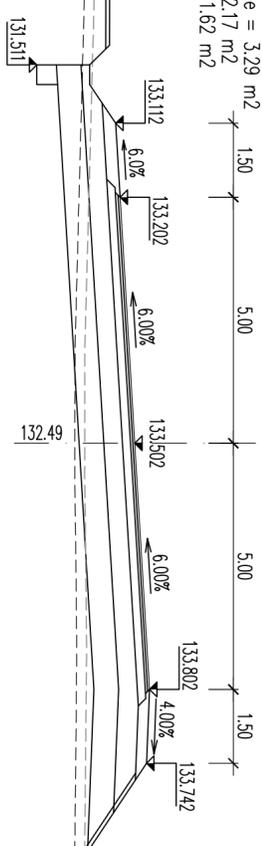
(Z5) 9+552,61
 Graben aus Ackerkrume = 7,33 m²
 Dammbaus Ackerkrume = 3,27 m²
 Dammbaus Boden = 2,00 m²
 Graben aus Boden = 1,29 m²



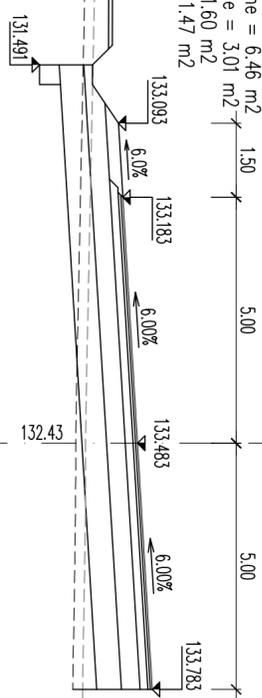
(Z5) 9+552,61
 Graben aus Ackerkrume = 7,31 m²
 Dammbaus Ackerkrume = 3,27 m²
 Dammbaus Boden = 1,95 m²
 Graben aus Boden = 1,30 m²



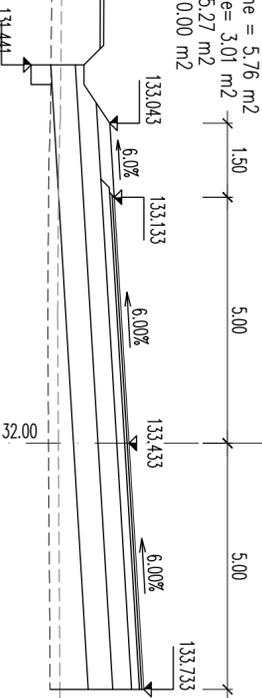
(AK8) 9+558,69
 Graben aus Ackerkrume = 7,30 m²
 Dammbaus Ackerkrume = 3,29 m²
 Dammbaus Boden = 2,17 m²
 Graben aus Boden = 1,62 m²



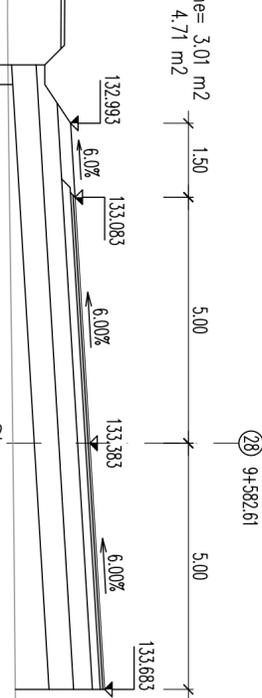
(Z6) 9+562,61
 Graben aus Ackerkrume = 6,46 m²
 Dammbaus Ackerkrume = 3,01 m²
 Dammbaus Boden = 1,60 m²
 Graben aus Boden = 1,47 m²



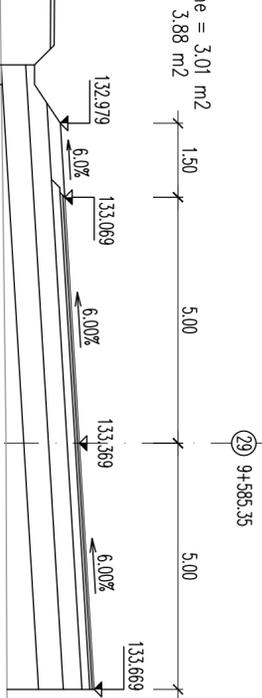
(Z7) 9+572,61
 Graben aus Ackerkrume = 5,76 m²
 Dammbaus Ackerkrume = 3,01 m²
 Dammbaus Boden = 5,27 m²
 Graben aus Boden = 0,00 m²



(Z8) 9+582,61
 Dammbaus Ackerkrume = 3,01 m²
 Dammbaus Boden = 4,71 m²



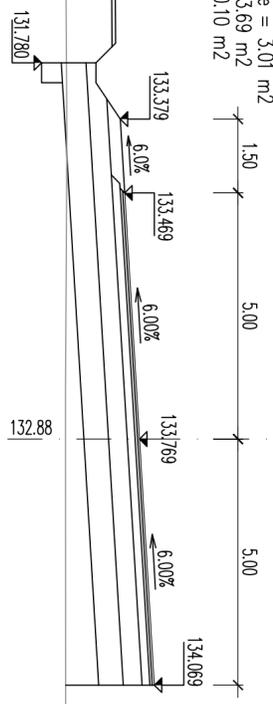
(Z9) 9+585,35
 Dammbaus Ackerkrume = 3,01 m²
 Dammbaus Boden = 3,88 m²



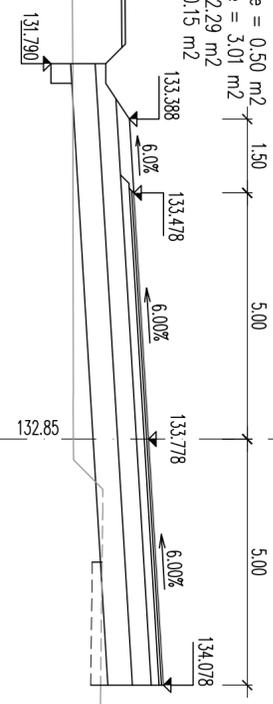
LEGENDE:
 AK – Anfang der Kurve
 EK – Ende der Kurve

	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200 Zeichnung Philipp Krassimirov Kukurnin Dipl.-Ing.-Dr. techn. Wolfgang Kluge-Engl	№6.1 M1-10 MN#0927942
	Objekt LANDSTRASSE I-7 "SILISTRA-SHUMEN" ABSCHNITT I+773 - 55+535,00		

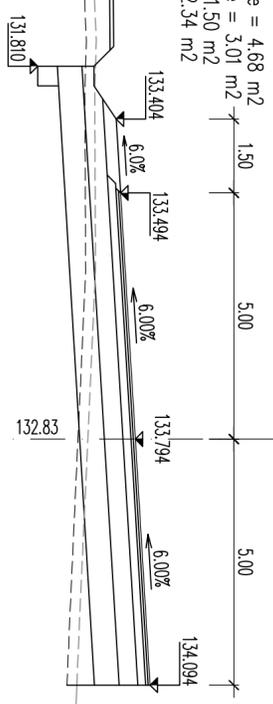
⑬ 9+448.56
 Graben aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damm aus Boden = 3,69 m²
 Graben aus Boden = 0,10 m²



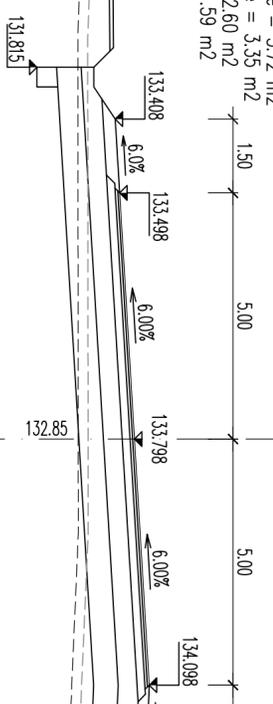
⑭ 9+452.61
 Graben aus Ackerkrume = 0,50 m²
 Damm aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damm aus Boden = 2,29 m²
 Graben aus Boden = 0,15 m²



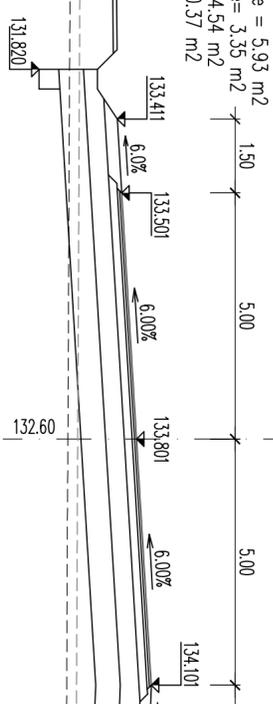
⑮ 9+462.61
 Graben aus Ackerkrume = 4,68 m²
 Damm aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damm aus Boden = 1,50 m²
 Graben aus Boden = 2,34 m²



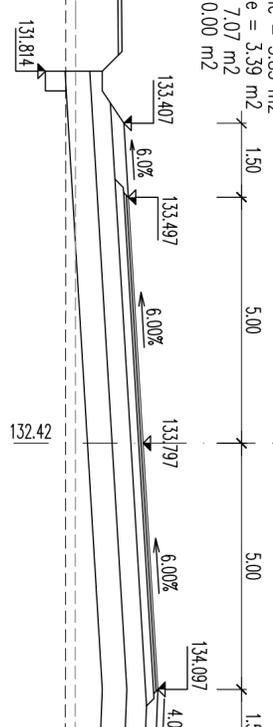
⑯ 9+466.26
 Graben aus Ackerkrume = 5,72 m²
 Damm aus Ackerkrume = 3,35 m²
 Damm aus Boden = 2,60 m²
 Graben aus Boden = 1,59 m²



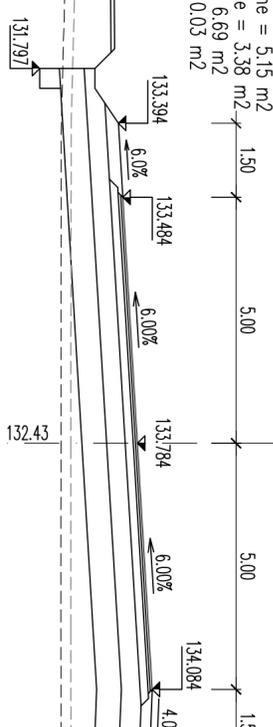
⑰ 9+472.61
 Graben aus Ackerkrume = 5,93 m²
 Damm aus Ackerkrume = 3,35 m²
 Damm aus Boden = 4,54 m²
 Graben aus Boden = 0,37 m²



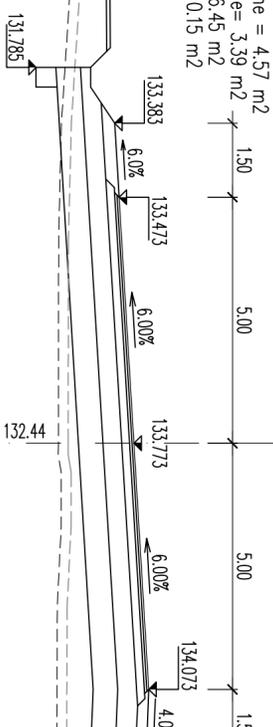
⑱ 9+482.61
 Graben aus Ackerkrume = 5,83 m²
 Damm aus Ackerkrume = 3,39 m²
 Damm aus Boden = 7,07 m²
 Graben aus Boden = 0,00 m²



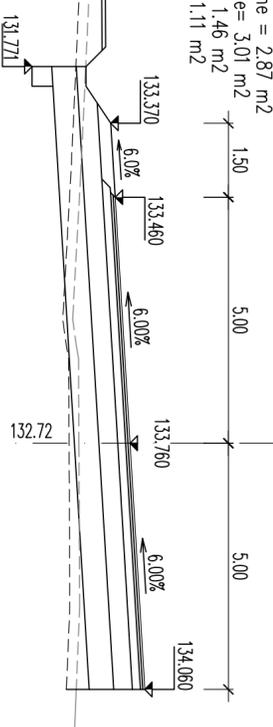
⑲ 9+492.61
 Graben aus Ackerkrume = 5,15 m²
 Damm aus Ackerkrume = 3,38 m²
 Damm aus Boden = 6,69 m²
 Graben aus Boden = 0,03 m²



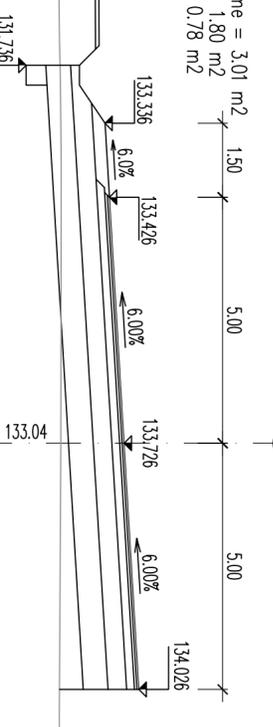
⑳ 9+497.66
 Graben aus Ackerkrume = 4,57 m²
 Damm aus Ackerkrume = 3,39 m²
 Damm aus Boden = 6,45 m²
 Graben aus Boden = 0,15 m²



㉑ 9+502.61
 Graben aus Ackerkrume = 2,87 m²
 Damm aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damm aus Boden = 1,46 m²
 Graben aus Boden = 1,11 m²



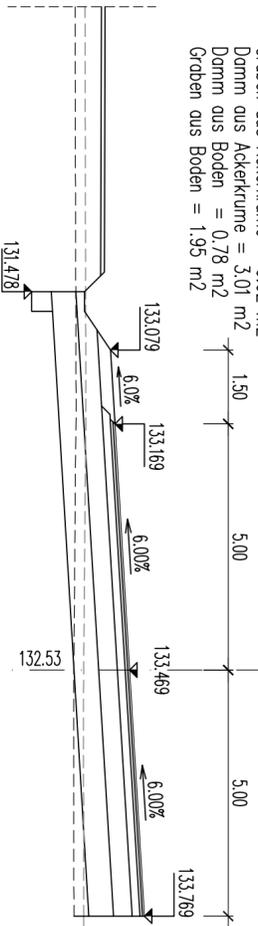
㉒ 9+512.61
 Graben aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damm aus Ackerkrume = 1,80 m²
 Graben aus Boden = 0,78 m²



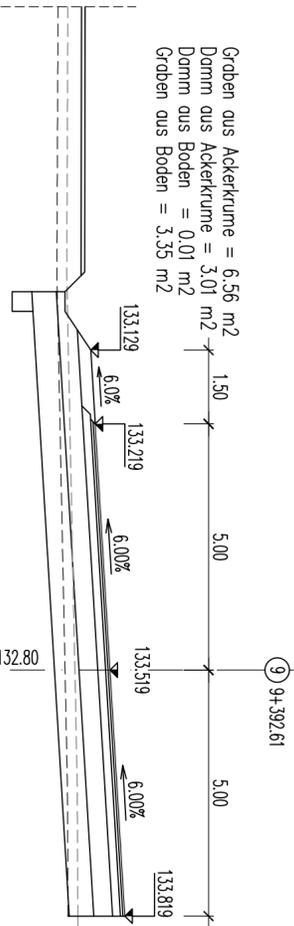
LEGENDE:
 AK – Anfang der Kurve
 EK – Ende der Kurve

	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTURBAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200 M1-10 MN0927942
	Zeichnung Philipp Krassimirov Kukurnin	
Objekt LANDSTRASSE I-7 "SILISTRASHTUMEN" ABSCHNITT I+773 - 55+535,00	Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluge-Engl	

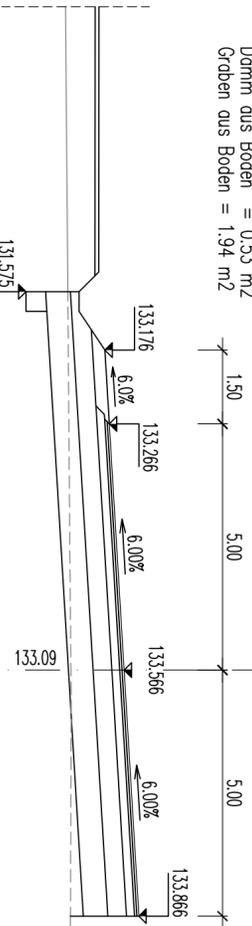
Groben aus Ackerkrume = 6,62 m²
 Damms aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damms aus Boden = 0,78 m²
 Groben aus Boden = 1,95 m²



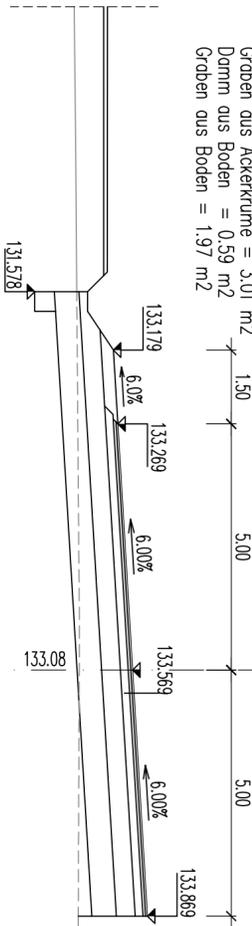
Groben aus Ackerkrume = 6,56 m²
 Damms aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damms aus Boden = 0,01 m²
 Groben aus Boden = 3,35 m²



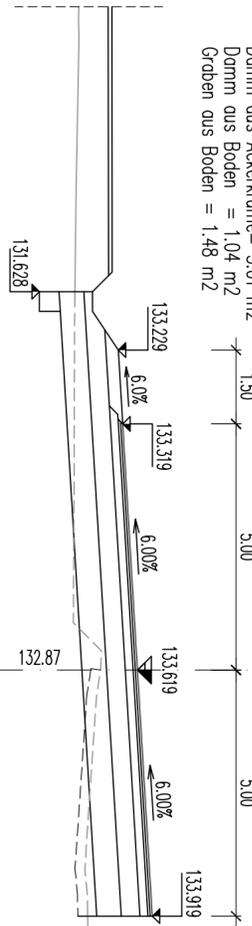
Groben aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damms aus Ackerkrume = 0,53 m²
 Groben aus Boden = 1,94 m²



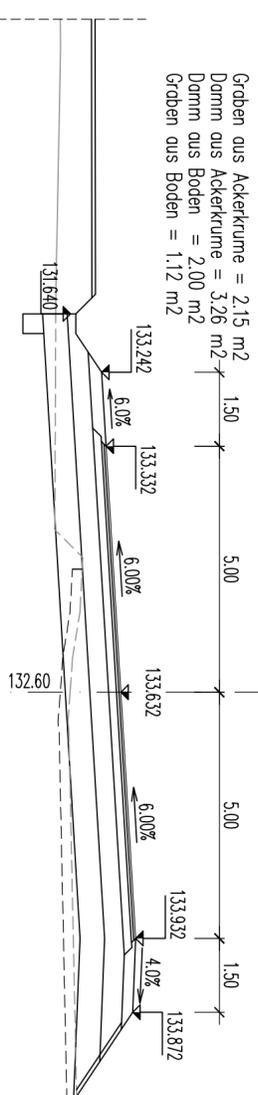
Groben aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damms aus Ackerkrume = 0,59 m²
 Groben aus Boden = 1,97 m²



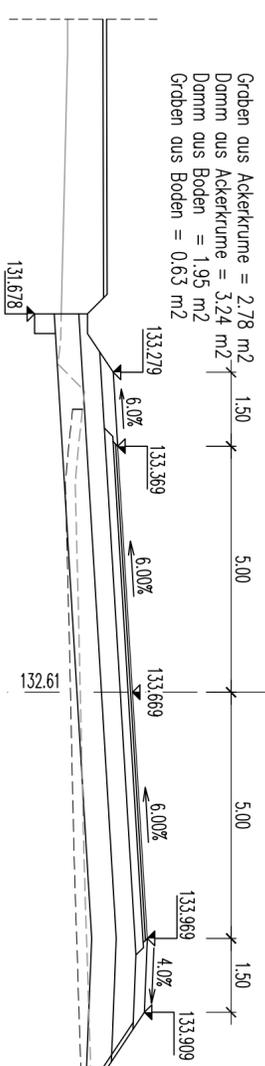
Groben aus Ackerkrume = 1,00 m²
 Damms aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damms aus Boden = 1,04 m²
 Groben aus Boden = 1,48 m²



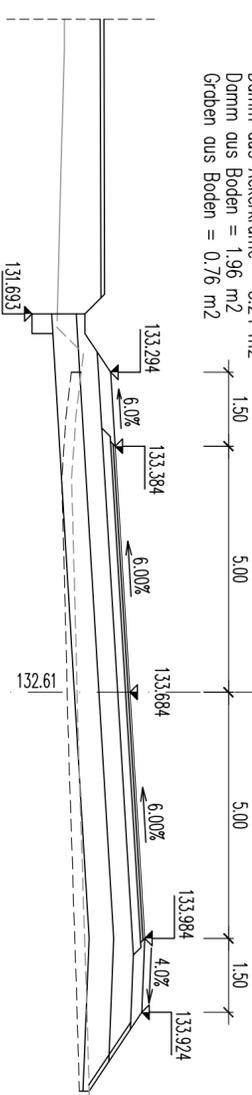
Groben aus Ackerkrume = 2,15 m²
 Damms aus Ackerkrume = 3,26 m²
 Damms aus Boden = 2,00 m²
 Groben aus Boden = 1,12 m²



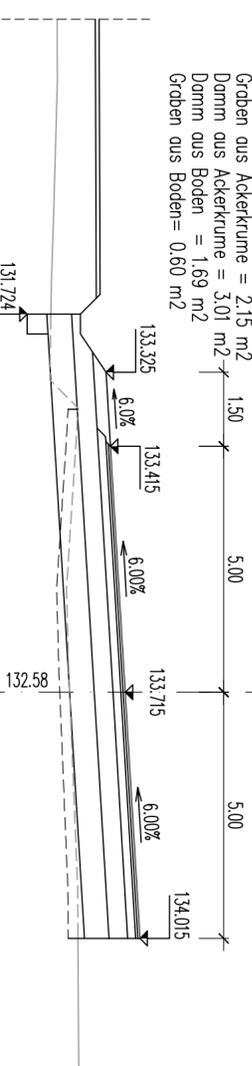
Groben aus Ackerkrume = 2,78 m²
 Damms aus Ackerkrume = 3,24 m²
 Damms aus Boden = 1,95 m²
 Groben aus Boden = 0,63 m²



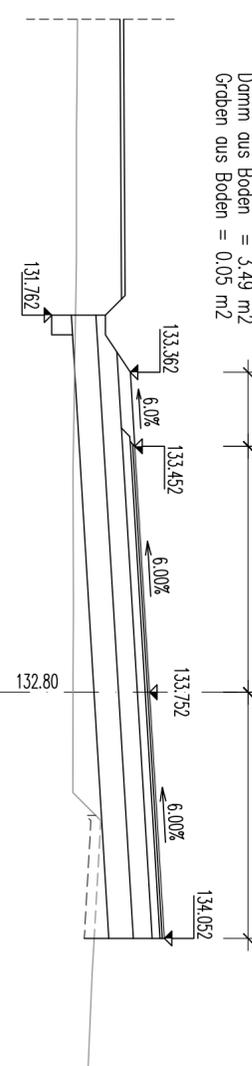
Groben aus Ackerkrume = 2,92 m²
 Damms aus Ackerkrume = 3,24 m²
 Damms aus Boden = 1,96 m²
 Groben aus Boden = 0,76 m²



Groben aus Ackerkrume = 2,15 m²
 Damms aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damms aus Boden = 1,69 m²
 Groben aus Boden = 0,60 m²

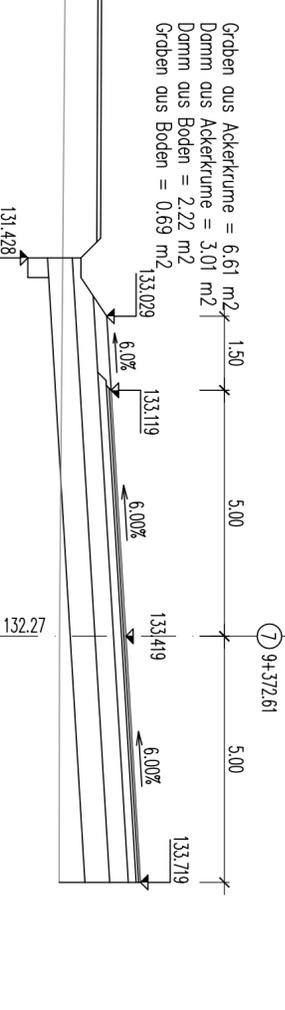
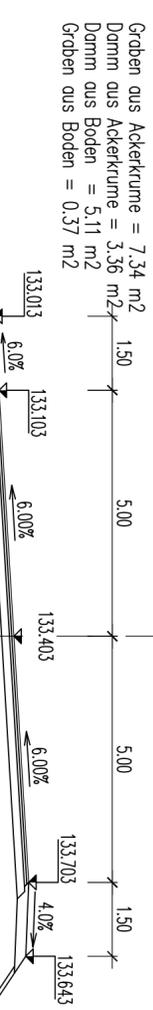
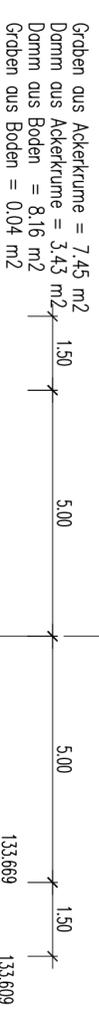
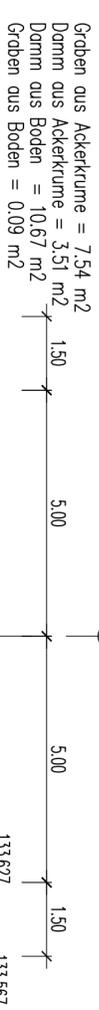
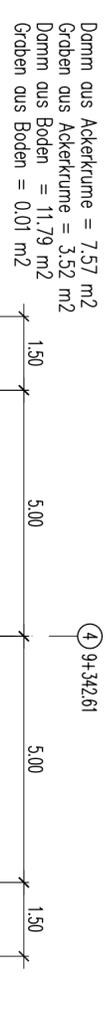
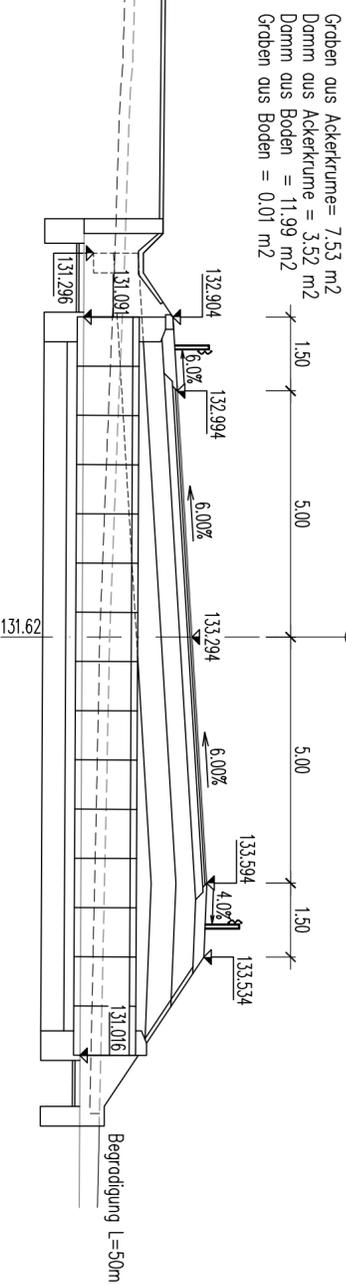
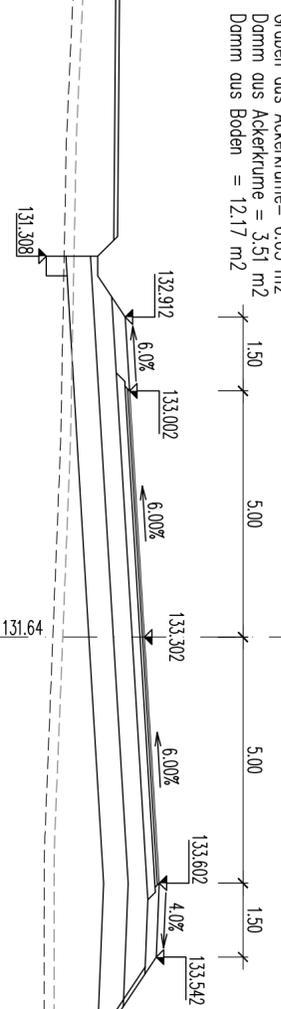
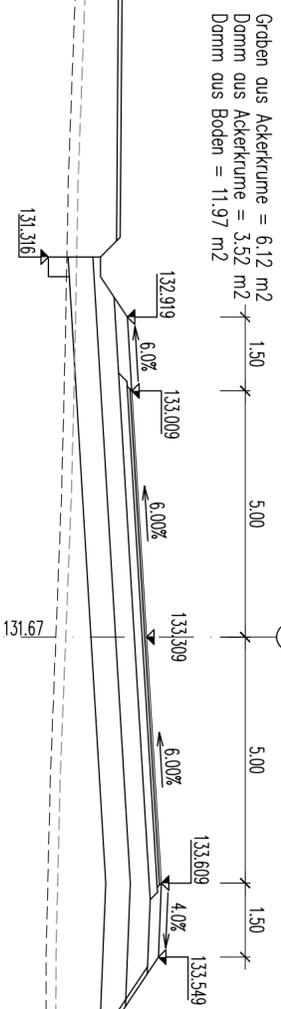
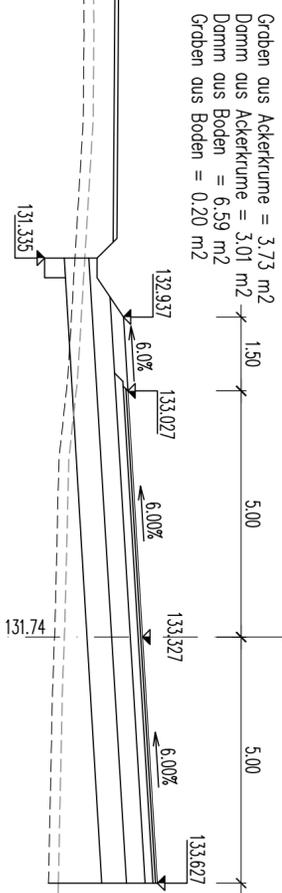
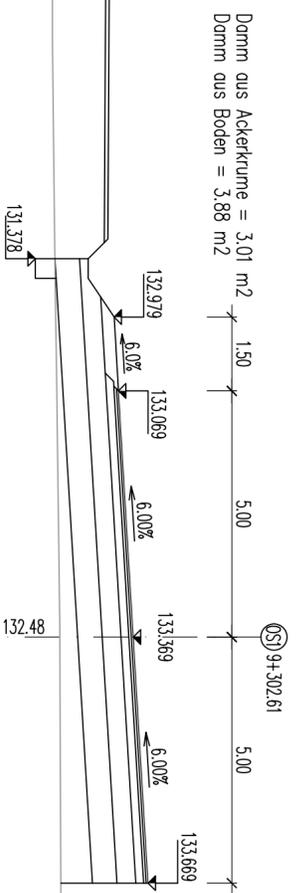


Groben aus Ackerkrume = 0,51 m²
 Damms aus Ackerkrume = 3,01 m²
 Damms aus Boden = 3,49 m²
 Groben aus Boden = 0,05 m²



LEGENDE:
 AK – Anfang der Kurve
 EK – Ende der Kurve

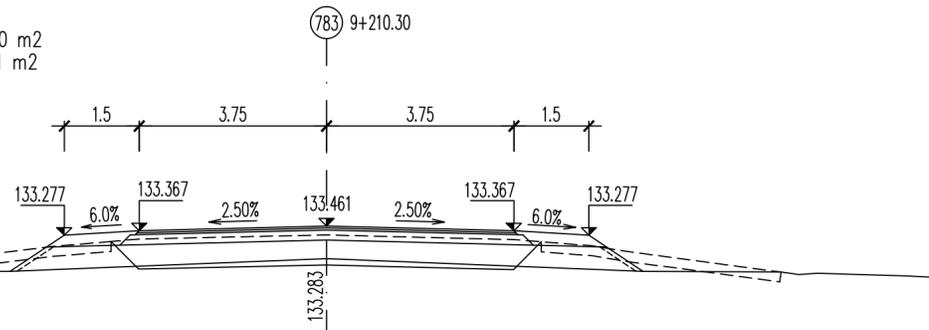
	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200	№6.3
	Objekt LANDSTRABE I-7 "SILISTRA-SHUMEN" ABSCHNITT I+773 - 55+533,00	Zeichnung DETAILIERTE QUERSCHNITTE DES KREISES Philipp Krassimirov Kukurnin	Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluge-Engl



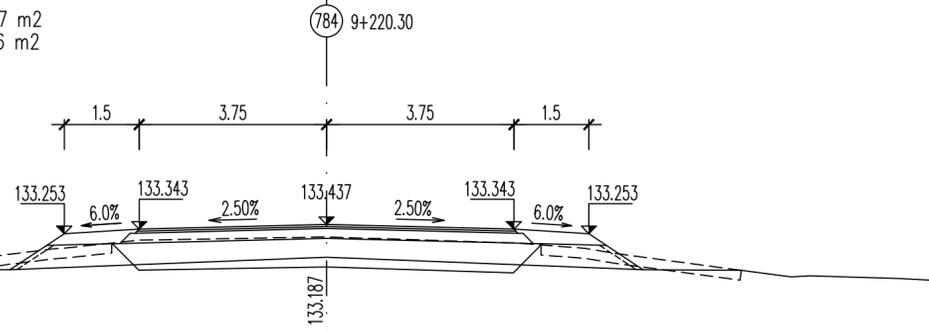
LEGENDE:
 AK – Anfang der Kurve
 EK – Ende der Kurve

	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200 DETAILIERTE QUERSCHNITTE DES KREISSES Philipp Krassinov Kukurn	№6.4 M1:10 MN0927942
	Objekt LANDSTRASSE I-7 "SILISTRAS-SHUMEN" ABSCHNITT I+773 - 55+535.00		

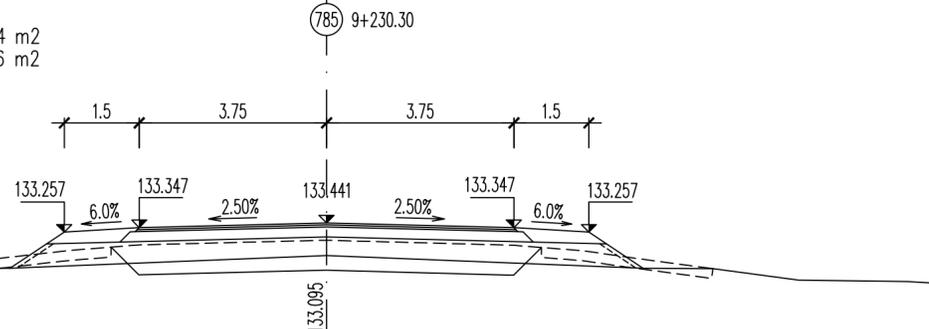
Graben aus Ackerkrume = 1.30 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.31 m²
 Damm aus Boden = 0.70 m²
 Graben aus Boden = 1.51 m²



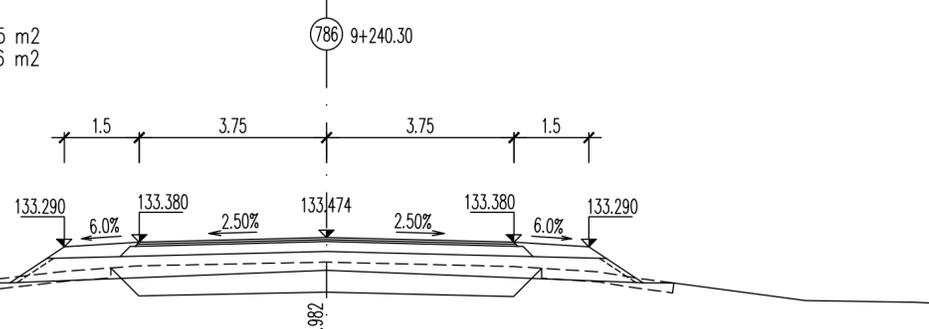
Graben aus Ackerkrume = 1.07 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 1.27 m²
 Graben aus Boden = 0.92 m²



Graben aus Ackerkrume = 1.14 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 2.21 m²
 Graben aus Boden = 0.44 m²

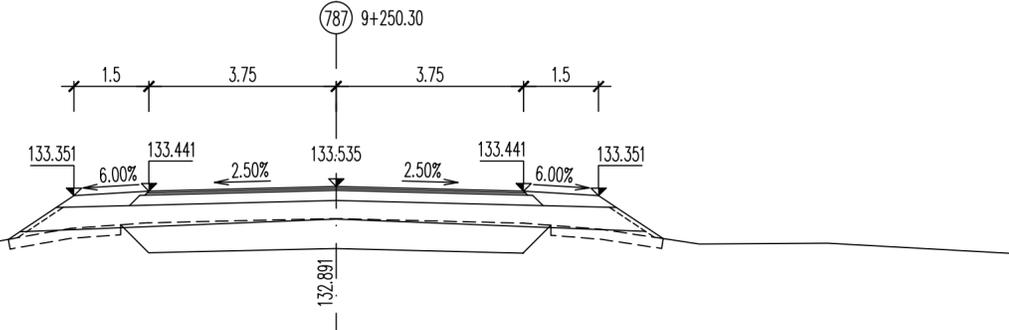


Graben aus Ackerkrume = 1.15 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 3.54 m²
 Graben aus Boden = 0.05 m²

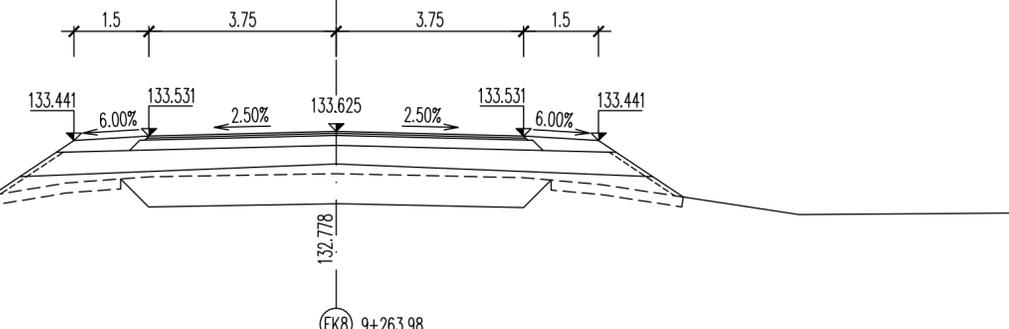


LEGENDE:
 AK - Anfang der Kurve
 EK - Ende der Kurve

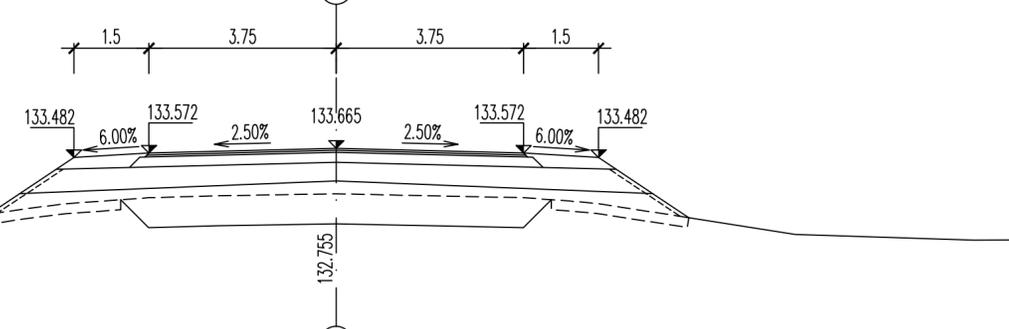
Graben aus Ackerkrume = 0.91 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.33 m²



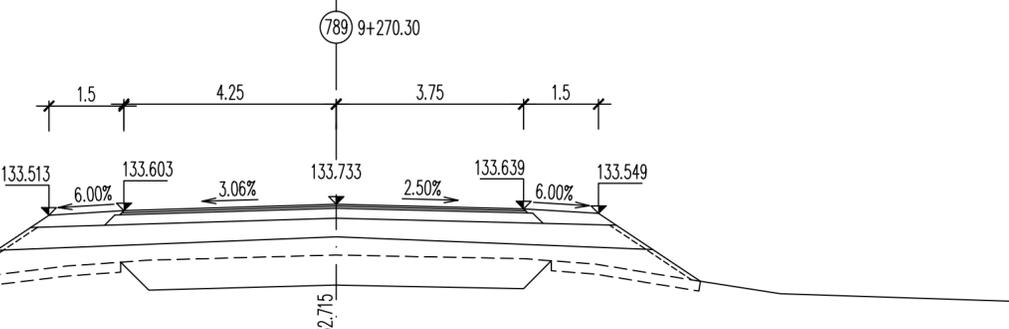
Graben aus Ackerkrume = 1.05 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.46 m²
 Damm aus Boden = 8.15 m²



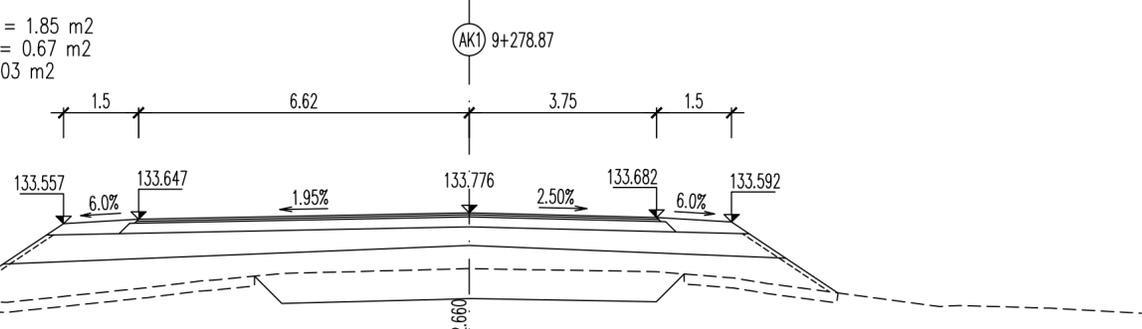
Graben aus Ackerkrume = 1.09 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.49 m²
 Damm aus Boden = 9.04 m²



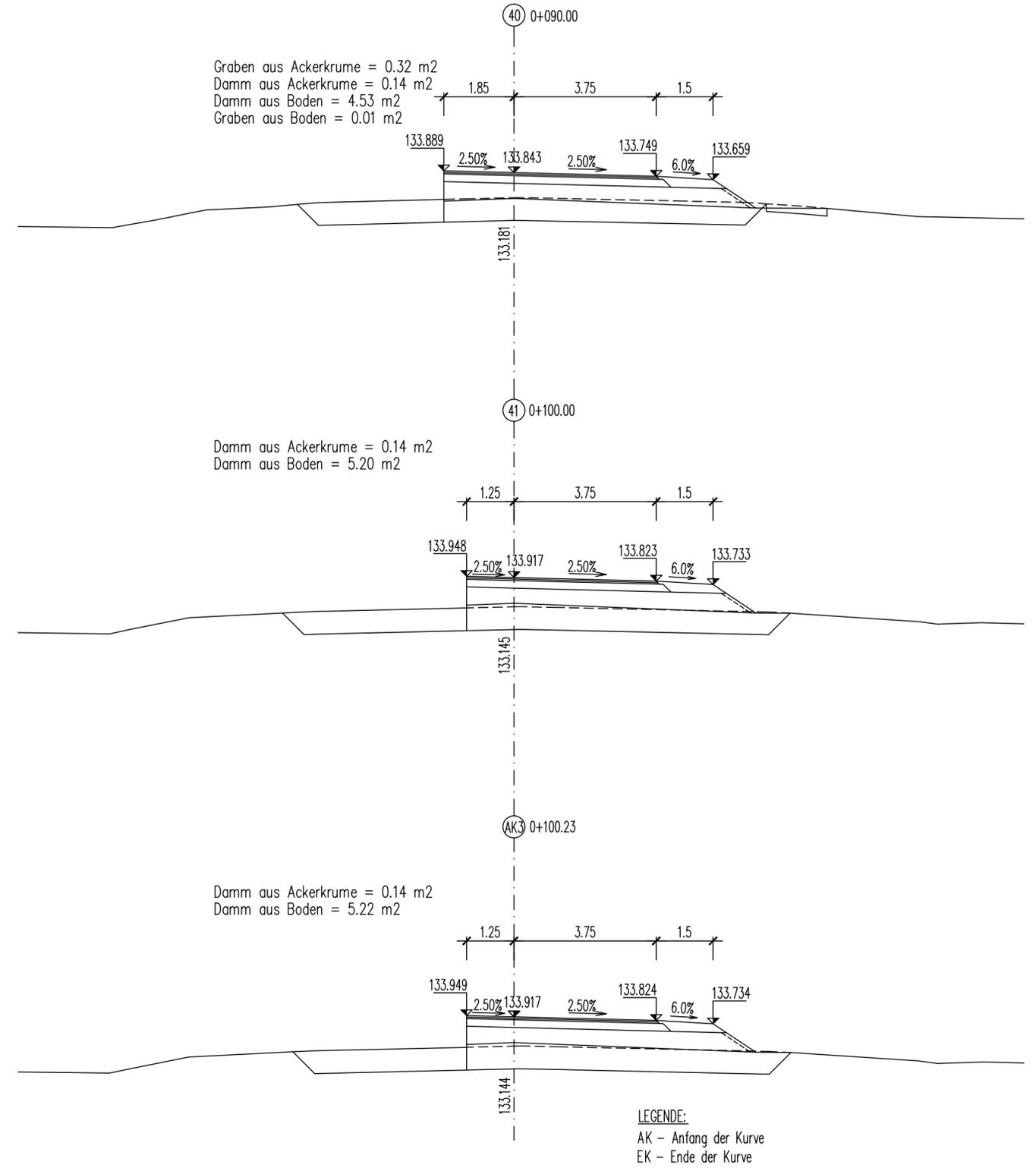
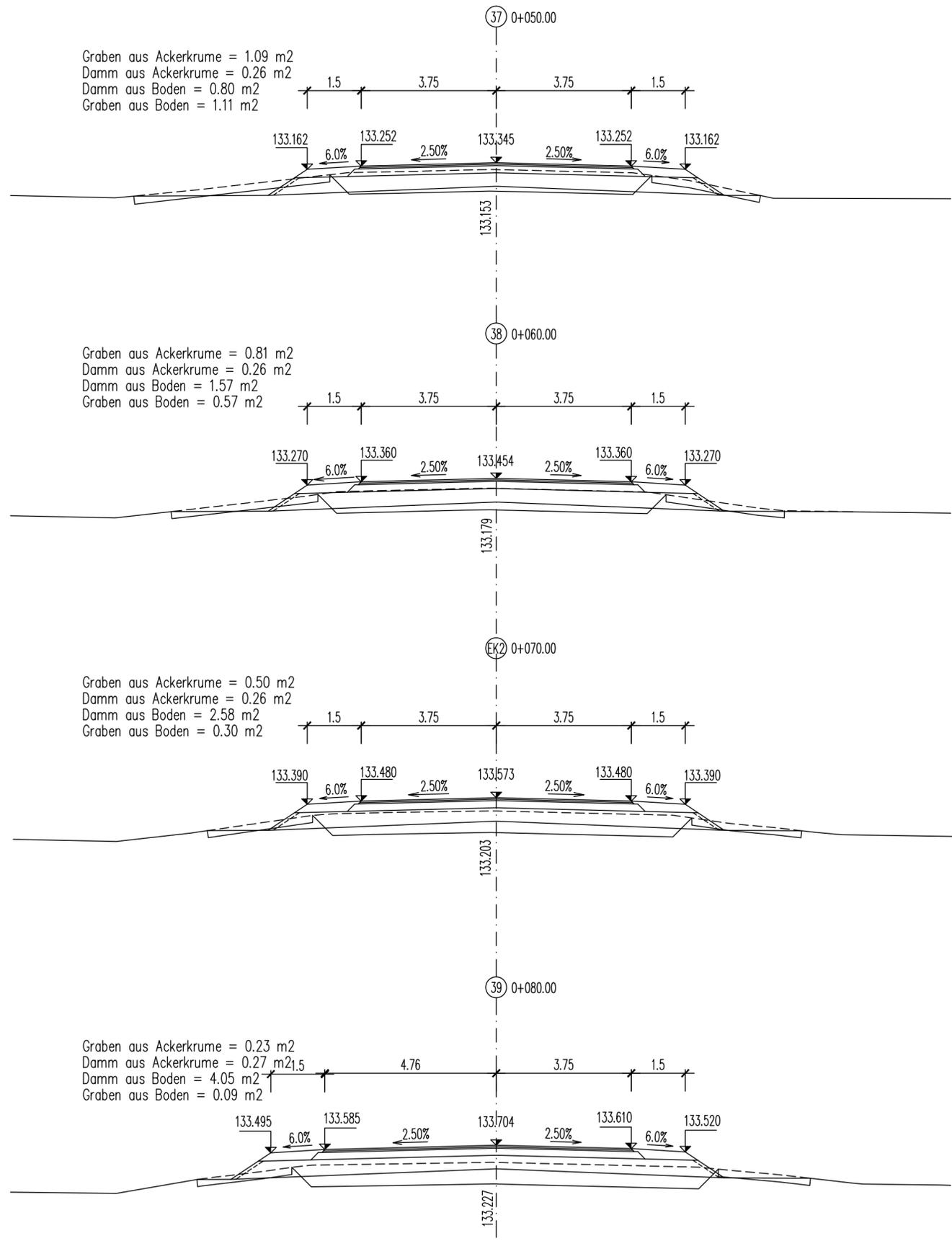
Graben aus Ackerkrume = 1.29 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.58 m²
 Damm aus Boden = 11.15 m²



Graben aus Ackerkrume = 1.85 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.67 m²
 Damm aus Boden = 15.03 m²

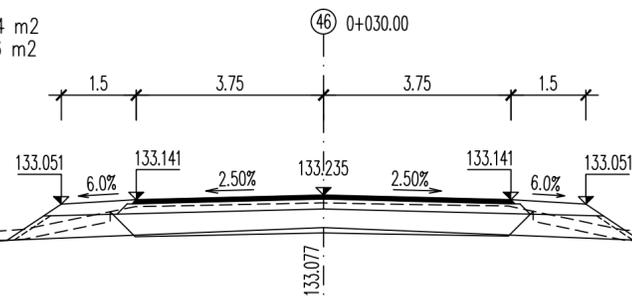


	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200		№7
		Zeichnung	DETAILIERTE QUERSCHNITTE - RICHTUNG I Philipp Krassimirov Kukurin	M1:10 MNe0927942
Objekt	LANDSTRASSE I-7 "SILISTRA-SHUMEN ABSCHNITT I+773 - 55+535.0	Dipl. Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluger-Eigl		

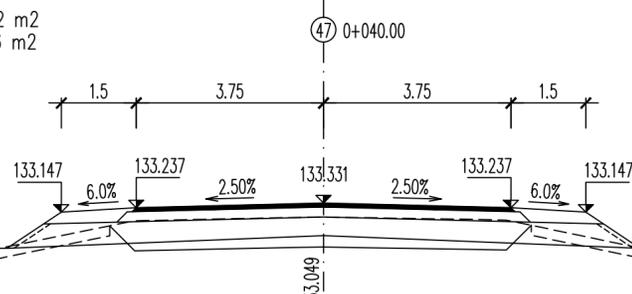


	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200		№8
		Zeichnung	DETAILLIERTE QUERSCHNITTE - RICHTUNG 2	M1:10
Objekt	LANDSTRASSE I-7 "SILISTRA-SHUMEN ABSCHNITT I+773 - 55+535.0		Philipp Krassimirov Kukurin	MNe0927942
			Dipl. Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluger-Eigl	

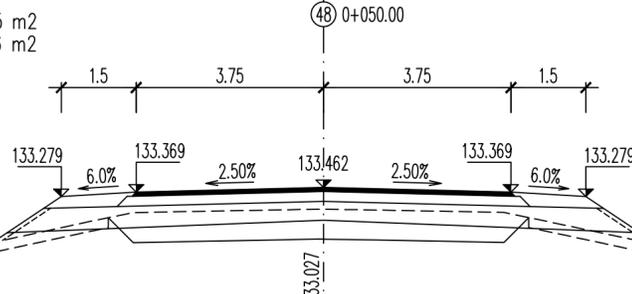
Graben aus Ackerkrume = 1.94 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 1.05 m²
 Graben aus Boden = 0.75 m²



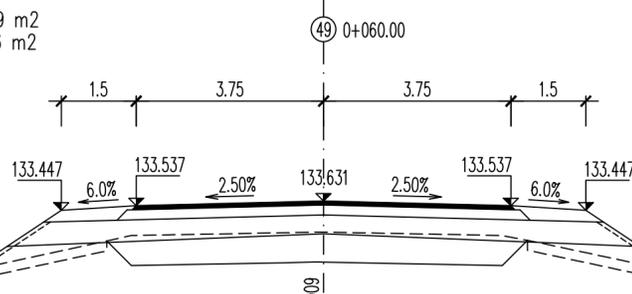
Graben aus Ackerkrume = 1.72 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 2.62 m²
 Graben aus Boden = 0.31 m²



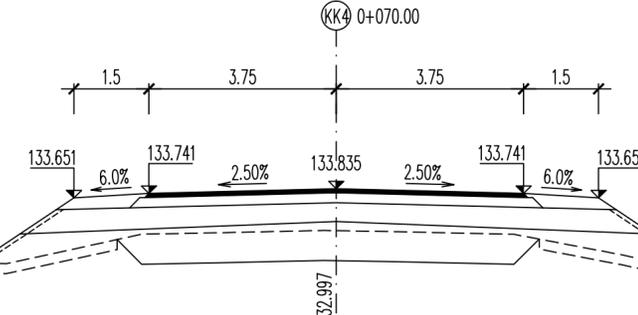
Graben aus Ackerkrume = 1.15 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.36 m²
 Damm aus Boden = 3.65 m²
 Graben aus Boden = 0.05 m²



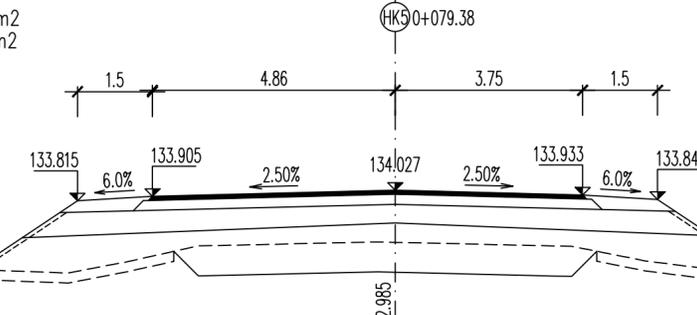
Graben aus Ackerkrume = 1.09 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.46 m²
 Damm aus Boden = 6.06 m²
 Graben aus Boden = 0.00 m²



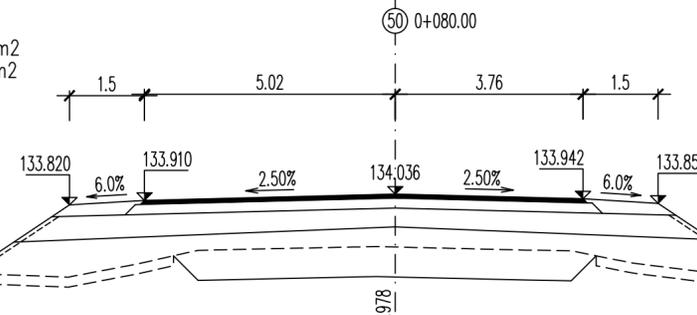
Graben aus Ackerkrume = 1.19 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.56 m²
 Damm aus Boden = 9.16 m²



Graben aus Ackerkrume = 1.47 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.62 m²
 Damm aus Boden = 12.99 m²



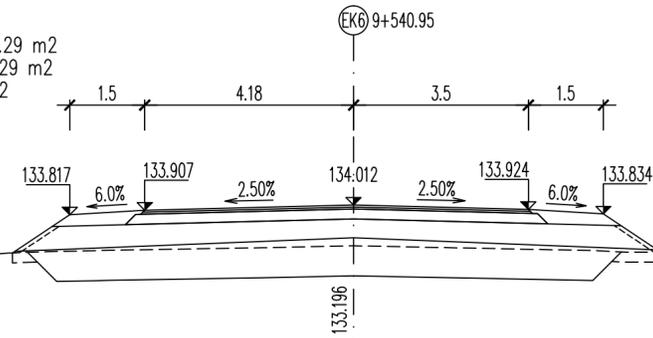
Graben aus Ackerkrume = 1.50 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.62 m²
 Damm aus Boden = 13.27 m²



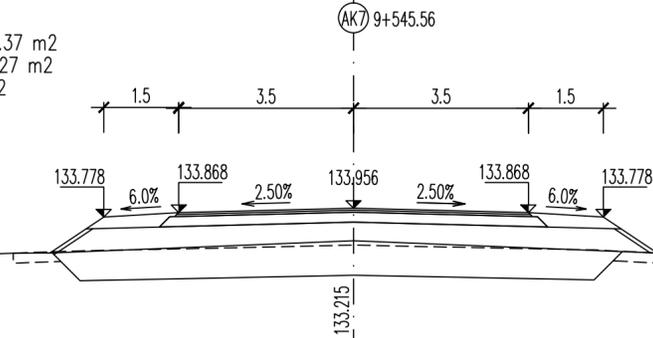
LEGENDE:
 AK - Anfang der Kurve
 EK - Ende der Kurve

	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200		№9
		Zeichnung	DETAILIERTE QUERSCHNITTE - RICHTUNG 3 Philipp Krassimirov Kukurin	M1:10 MN0927942
Objekt	LANDSTRASSE I-7 "SILISTRA-SHUMEN ABSCHNITT I+773 - 55+535.0	Dipl. Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluger-Eigl		

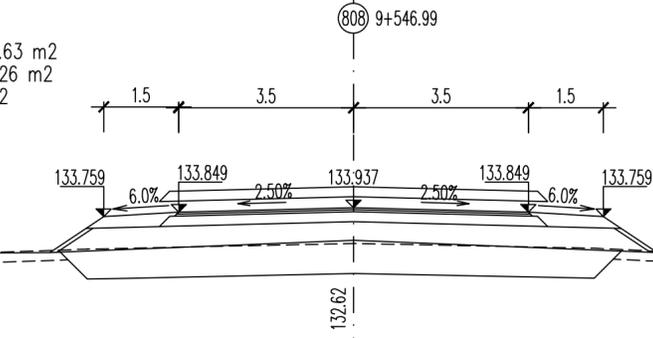
Graben aus Ackerkrume = 0.29 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.29 m²
 Damm aus Boden = 8.30 m²



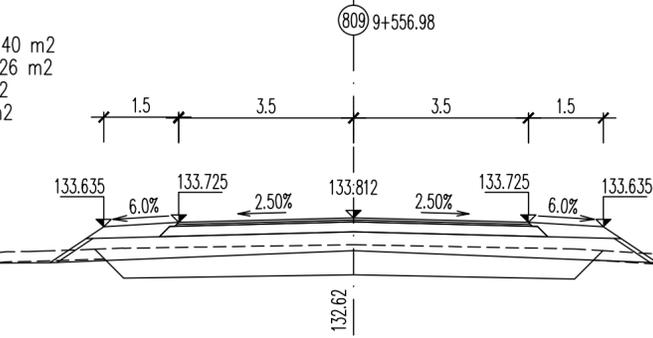
Graben aus Ackerkrume = 0.37 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.27 m²
 Damm aus Boden = 7.19 m²



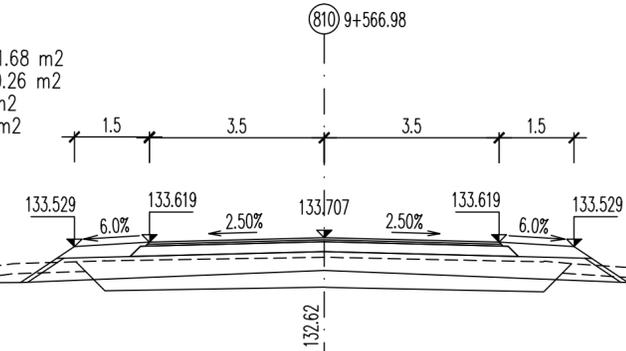
Graben aus Ackerkrume = 0.63 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 7.04 m²



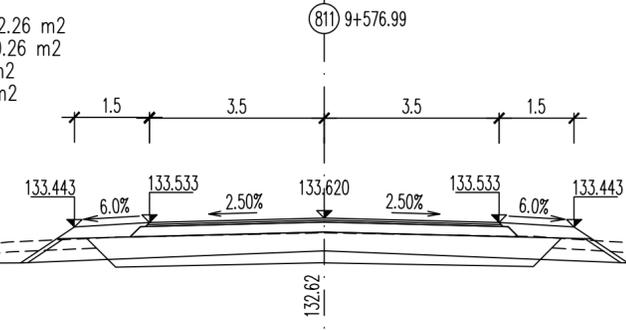
Graben aus Ackerkrume = 1.40 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 4.38 m²
 Graben aus Boden = 0.07 m²



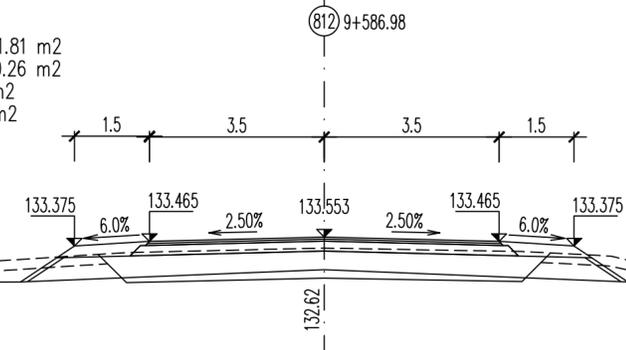
Graben aus Ackerkrume = 1.68 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 2.90 m²
 Graben aus Boden = 0.63 m²



Graben aus Ackerkrume = 2.26 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 2.19 m²
 Graben aus Boden = 1.18 m²

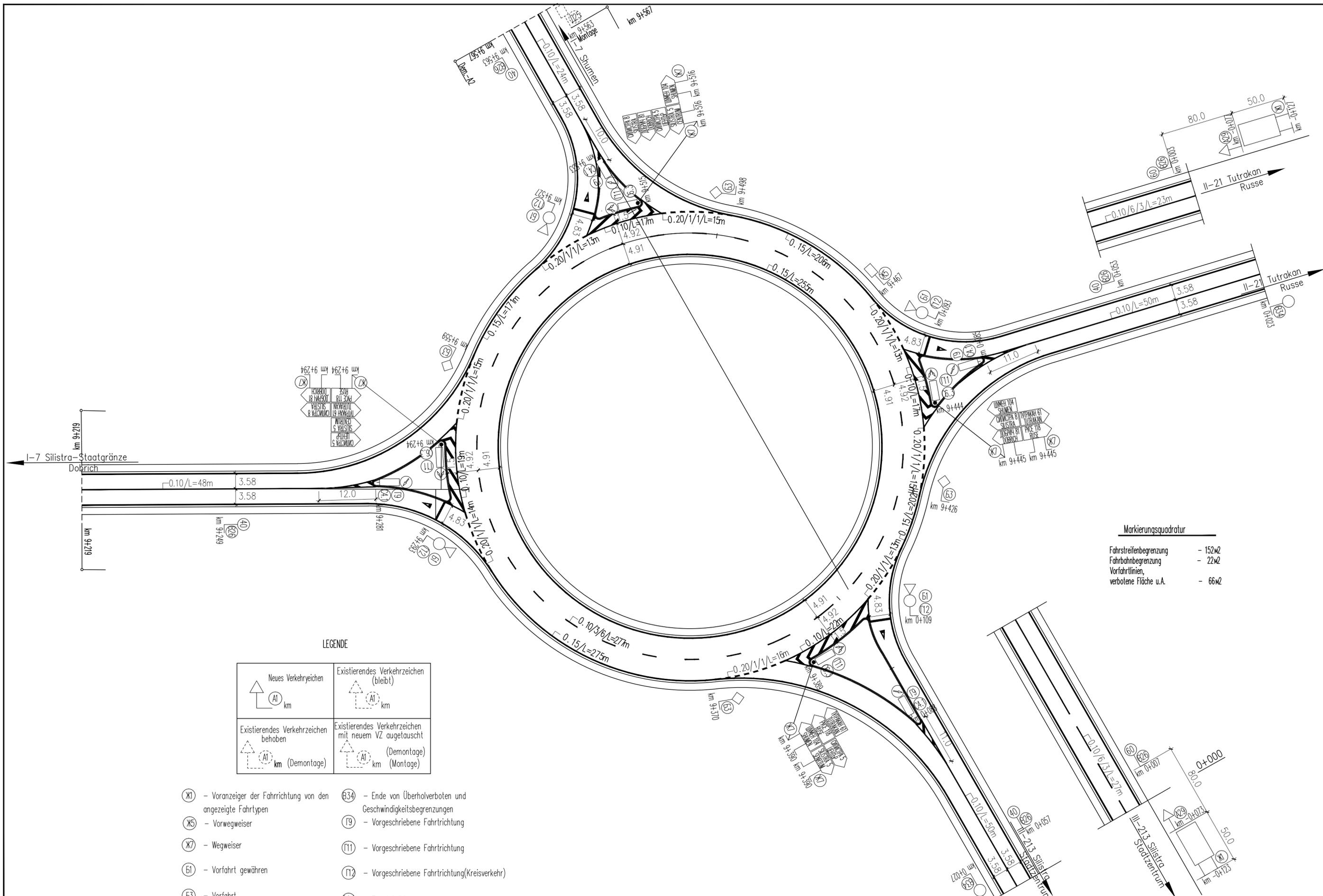


Graben aus Ackerkrume = 1.81 m²
 Damm aus Ackerkrume = 0.26 m²
 Damm aus Boden = 1.26 m²
 Graben aus Boden = 1.51 m²



LEGENDE:
 AK - Anfang der Kurve
 EK - Ende der Kurve

	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200		№10
		Zeichnung	DETAILIERTE QUERSCHNITTE - RICHTUNG 4 Philipp Krassimirov Kukurin	M1:10 MNe0927942
Objekt	LANDSTRASSE I-7 "SILISTRA-SHUMEN ABSCHNITT I+773 - 55+535.0	Dipl. Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluger-Eigl		



Markierungsquadratur

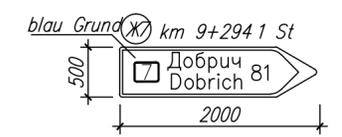
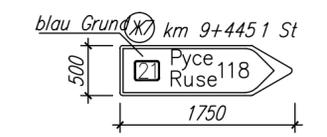
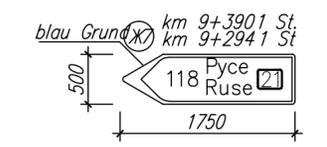
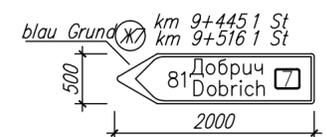
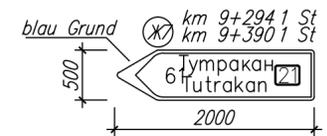
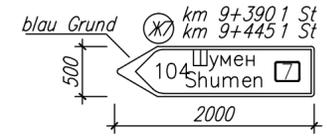
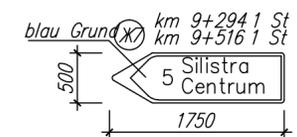
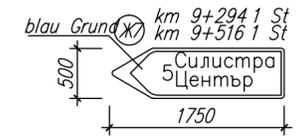
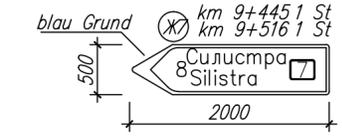
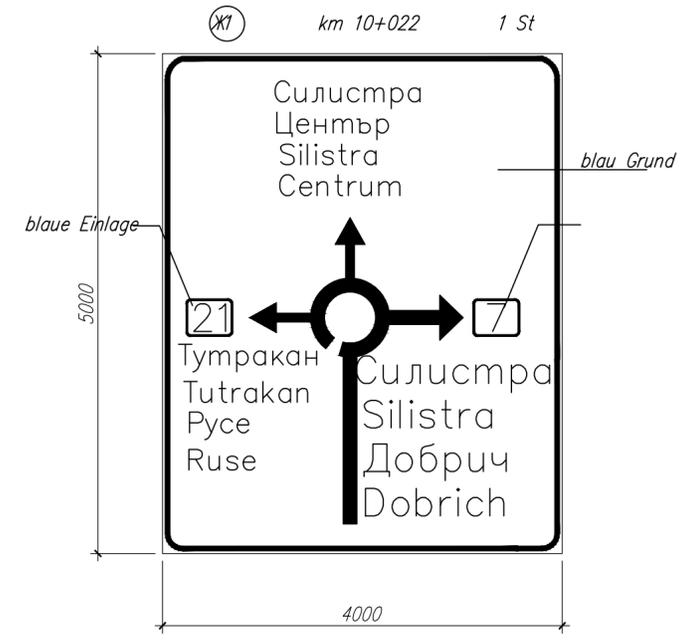
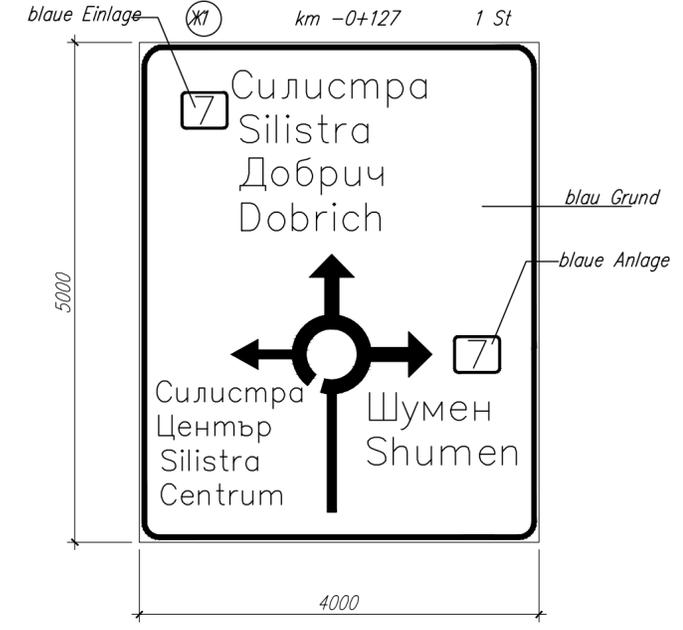
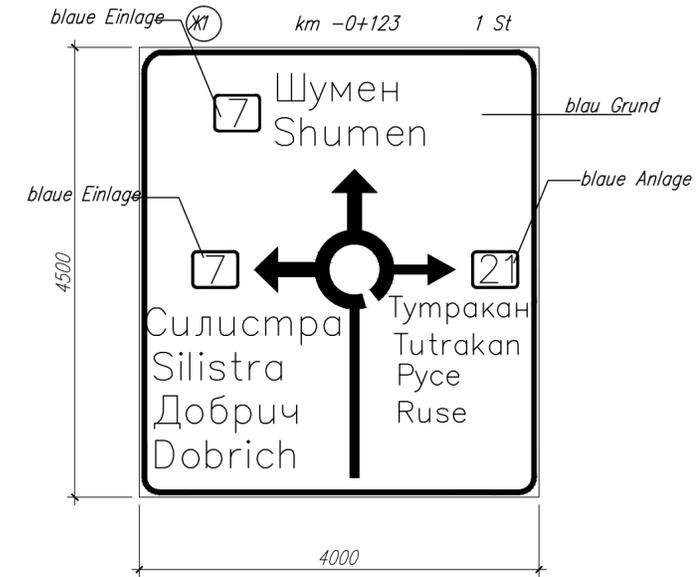
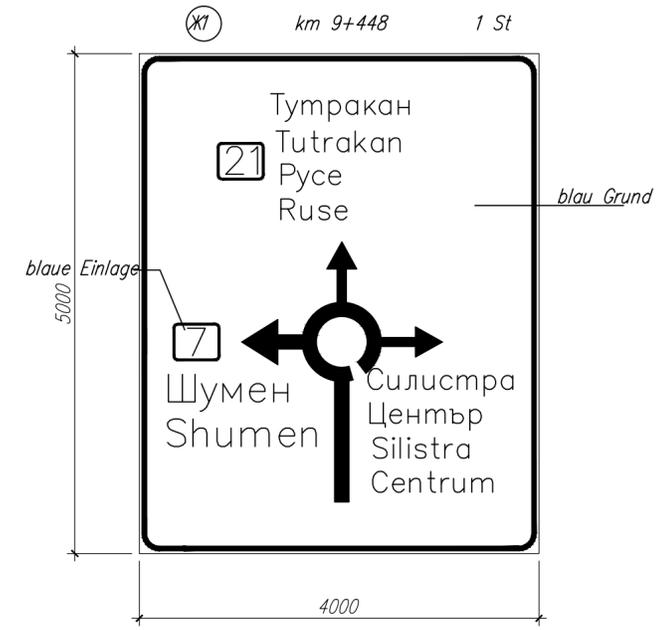
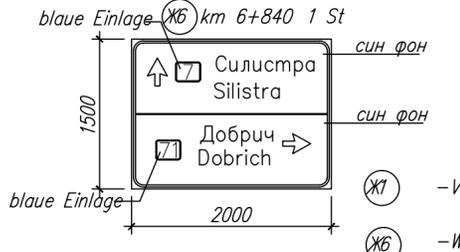
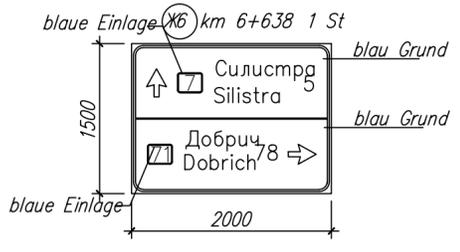
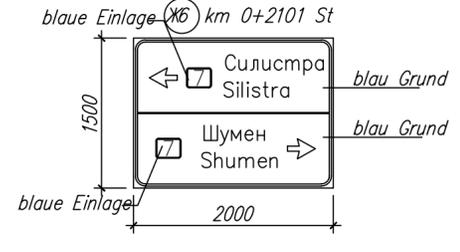
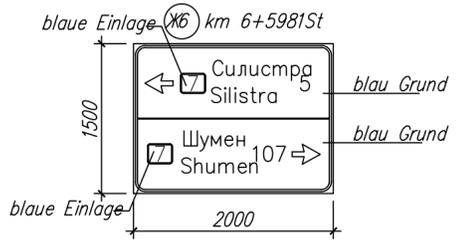
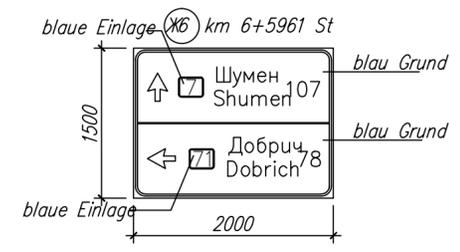
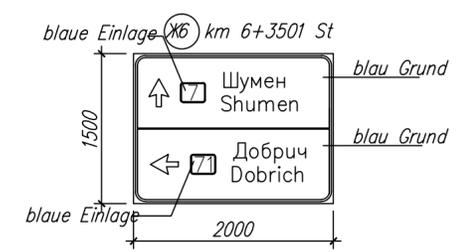
Fahrstreifenbegrenzung	- 152m ²
Fahrbahnbegrenzung	- 22m ²
Vorfahrtlinien, verbotene Fläche u.A.	- 66m ²

LEGENDE

Neues Verkehrszeichen 	Existierendes Verkehrszeichen (bleibt)
Existierendes Verkehrszeichen behoben 	Existierendes Verkehrszeichen mit neuem VZ ausgetauscht (Demontage)

- (X1) - Voranzeiger der Fahrtrichtung von den angezeigten Fahrtypen
- (X5) - Vorwegweiser
- (X7) - Wegweiser
- (B1) - Vorfahrt gewähren
- (B3) - Vorfahrt
- (B26) - Geschwindigkeitsbeschränkung
- (B34) - Ende von Überholverboten und Geschwindigkeitsbegrenzungen
- (19) - Vorgeschriebene Fahrtrichtung
- (11) - Vorgeschriebene Fahrtrichtung
- (12) - Vorgeschriebene Fahrtrichtung (Kreisverkehr)
- (4.1) - Zusatztafel
- (6.3) - Zusatztafel

TU WIEN	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN	KREISVERKEHR km 9+200		№11
	UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	Zeichnung	BESTÄNDIGE SIGNALMARKIERUNG UND VERKEHRZEICHNEN	M1:500
Objekt	LANDSTRASSE I-7 "SILISTRA-SHUMEN ABSCHNITT I+773 - 55+535.00		Philipp Krassimirov Kukurin	MN0927942
			Dipl. Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluger-Eigl	

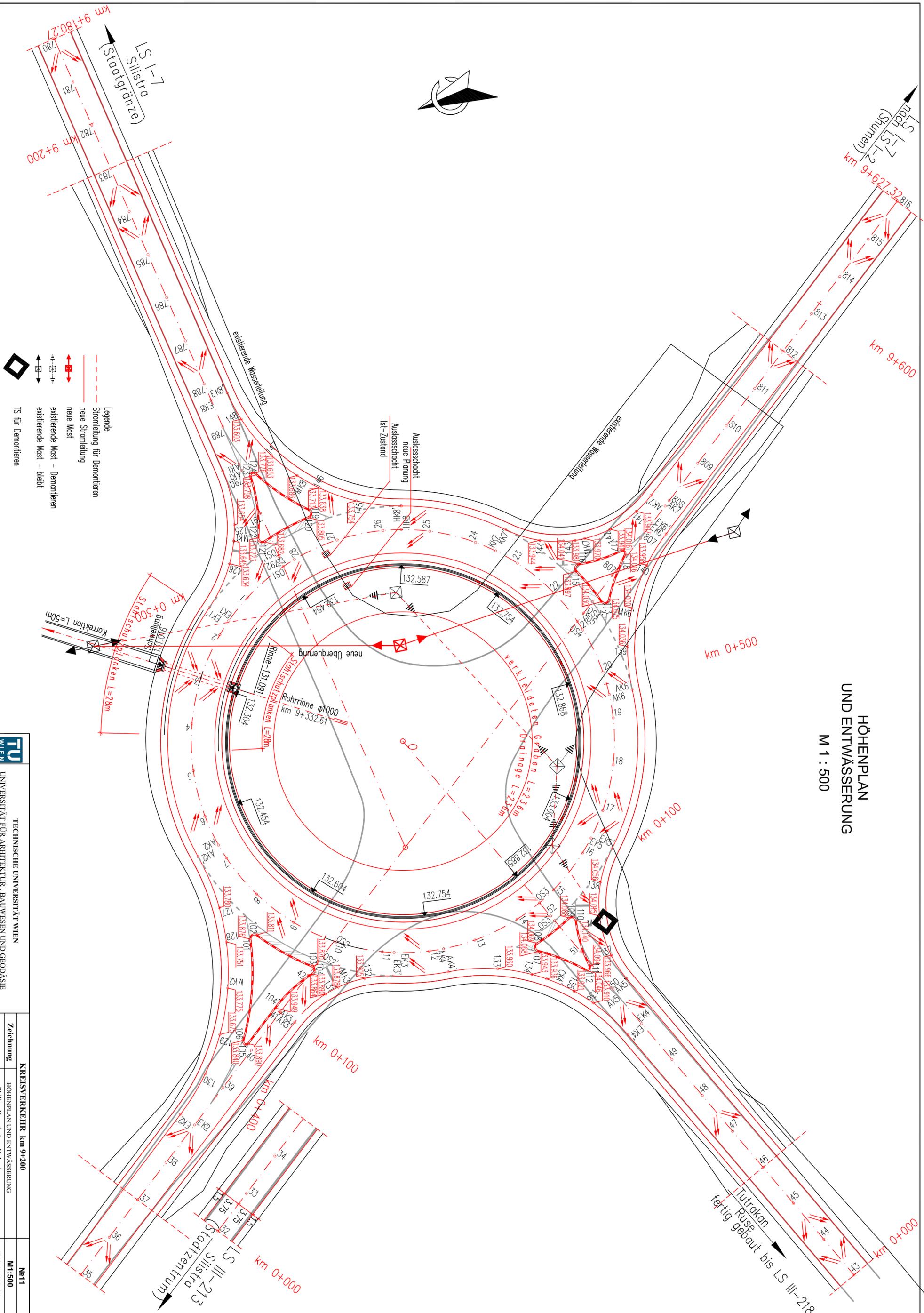


- (X7) - Vorwegweiser
- (X6) - Wegweiser
- (X7) - Wegweiser

	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE	KREISVERKEHR km 9+200		№12
		Zeichnung	BESTÄNDIGE SIGNALMARKIERUNG UND VERKEHRZEICHNEN - ZEICHNEN Philipp Krassimirov Kukurin	
Objekt	ПЪТ I-7 "СИЛИСТРА-ШУМЕН" УЧАСТЪК I+773 - 55+535.00		Dipl. Ing. Dr. techn. Wolfgang Kluger-Eigl	

HÖHENPLAN UND ENTWÄSSERUNG

M 1 : 500



- Legende
- Stromleitung für Demontieren
 - neue Stromleitung
 - neue Mast
 - existierende Mast - Demontieren
 - existierende Mast - bleibt
- TS für Demontieren

	TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR, BAUWESEN UND GEODÄSIE		KREISVERKEHR km 9+200 HOHENPLAN UND ENTWÄSSERUNG Philipp Krassimirov Kukurin Dipl.-Ing. Dr.-techn. Wolfgang Kluge-Bügl	Nr11 M1:500 MNr0927942
	Objekt	LANDSTRASSE I-7 "SILISTRA-SHUMEN" ABSCHNITT I+773 -55+535,00		