



Version 2.0 / 17.12.2024 / SI 20-2032

Sanierung Friedmattstrasse inkl. Sanierung Kanalisation Schmutzwasser und Neubau Entlastungskanal Sauberwasser Bauprojekt

Auftraggeber
Gemeinde Reiden
Bau und Infrastruktur
Grossmatte 1
6260 Reiden

Verfasser
TAGMAR AG
Baselstrasse 59
6252 Dagmersellen

Michel Kulli



Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Kapitel	Änderung	Autor
1.0	25.07.2024	Alle	Erstfassung	Michel Kulli
2.0	17.12.2024	3.1 und 4.4	Anpassung Grünkonzept	

INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass und Auftrag	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Ziel des Auftrags	4
2	Grundlagen	5
2.1	Planungsgrundlagen	5
2.2	Projektierungsgrundlagen	5
2.3	Ausgangssituation	5
2.3.1	Busbetrieb / Bushaltestellen	5
2.3.2	Zustandsbeurteilung Kanalisation	6
2.4	Verkehrsmessungen	6
2.5	Rahmenbedingungen	7
3	Strassensanierung	9
3.1	Strassengestaltung	9
3.2	Abweichende Höchstgeschwindigkeit	10
3.3	Strassengeometrie	10
3.4	Aufbau Strassenoberbau	11
3.5	Strassenentwässerung	12
3.6	Sichtverhältnisse	12
4	Ausstattung	13
4.1	Bushaltestellen	13
4.2	Signalisation / Markierung	14
4.3	Strassenbeleuchtung	14
4.4	Baumnischen	14
4.4.1	Bepflanzung	15
4.5	Drittprojekte	16
4.5.1	Bushub	16
4.5.2	Knoten Pfaffnauerstrasse / Industriestrasse / Friedmattstrasse	16
5	Werkleitungen	16
5.1	Kanalisation	16
5.2	Regenabwasser	16
5.2.1	Ausgangslage	16
5.2.2	Dimensionierung	18
5.2.3	Einleitung	19
5.3	Werke Dritter	20



Seite 3 von 3

5.3.1	Fernwärme	20
5.4	Gewässerabstand Feldbach	21
6	Landerwerb	22
7	Termine / BauPhasen	22
7.1	Planung	22
7.2	Ausführung	23
7.2.1	Buslinie	23
8	Kosten	23
8.1	Kostenteiler	23
8.2	Kostenvoranschlag	23

ANHANGVERZEICHNIS

- Anhang 1 Dimensionierung Strassenaufbau**
- Anhang 2 Variantenstudium Hochwasserschutzkonzept**
- Anhang 3 Hydraulische Auslastung Feldbach**
- Anhang 4 Hydrodynamische Berechnung Entlastungskanal**
- Anhang 5 Statische Dimensionierung Beton-Rohre**



1 ANLASS UND AUFTRAG

1.1 Ausgangslage

Der Projektperimeter umfasst den Abschnitt der Friedmattstrasse vom Bahnhof Reiden bis zum Knoten Pfaffnauerstrasse / Industriestrasse, exklusive Knoten (Neubau Kreisel) und Bahnhofplatz (Bushub). Der Projektabschnitt weist eine Länge von rund 600 m auf.

Der Strassenabschnitt ist in einem schlechten Zustand und weist Netzrisse, Längsrisse, offene Fugen, Belagsflicke und Spurrinnen auf.

Zusammen mit der Strassensanierung wird das Trennsystem der Kanalisation eingeführt, die Wasserleitung instand gestellt und eine neue Fernwärmeleitung realisiert.

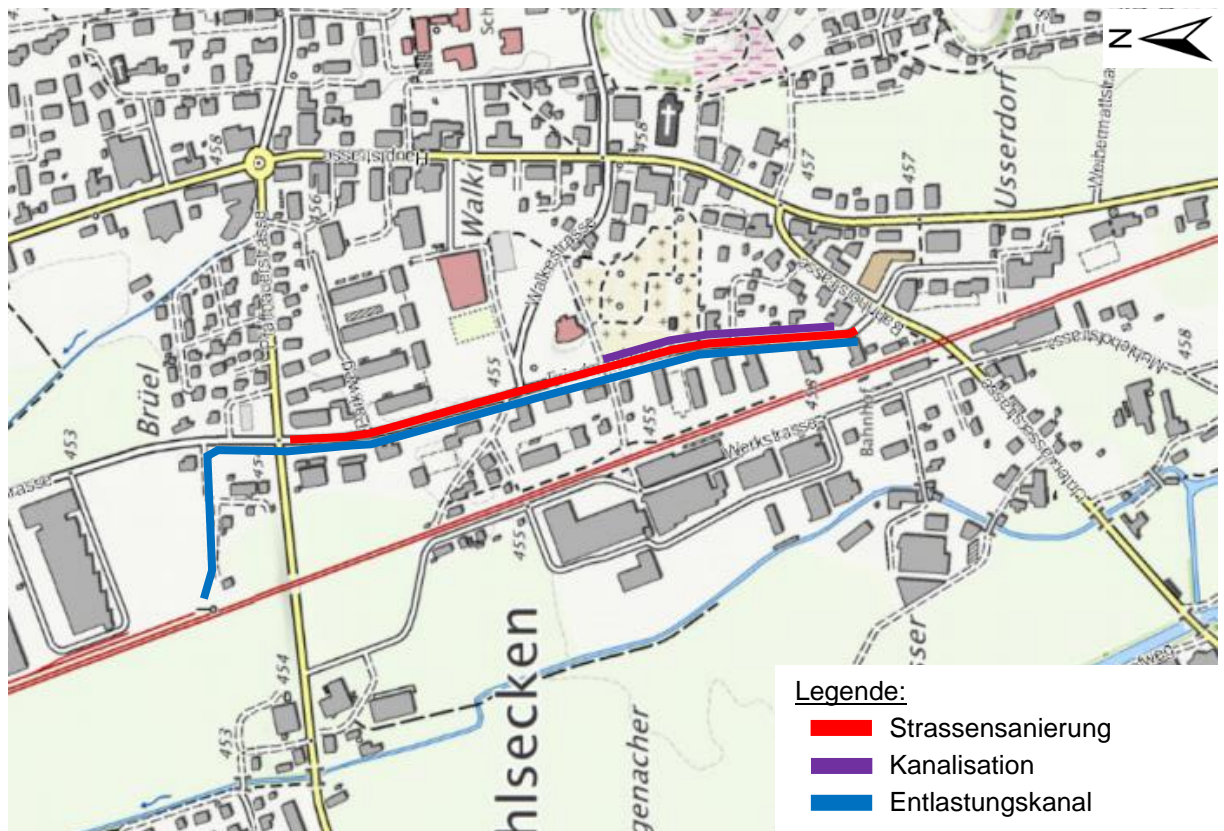


Abbildung 1: Projektperimeter

1.2 Ziel des Auftrags

Im Rahmen des Projekts sollen die baulichen Massnahmen zur Behebung von Sicherheitsdefiziten sowie die Sanierungsmassnahmen aufgezeigt werden. Das Trennsystem der Kanalisation soll gesamtheitlich im Projektperimeter eingeführt und schadhafte Leitungen ersetzt werden. Mit der Sanierung der Friedmattstrasse soll ebenfalls Tempo 30 eingeführt werden. In anderen Gemeindegebieten wurden diese bereits gesamtheitlich umgesetzt. Die Massnahmen sind im Plan Tempo 30 Zone Walki / Grossmatt / Underwasser definiert und durch den Kanton Luzern bewilligt.

2 GRUNDLAGEN

2.1 Planungsgrundlagen

- Grundbuchplan der Gemeinde Reiden
- Bestehende Werkleitungskataster
- Bericht Tempo-30-Zonen der VIAPLAN AG vom 21.11.2019
- Plan Tempo 30 Zone Walki / Grossmatt / Unterwasser der VIAPLAN vom 31.08.2023
- Bereitstellung der hydrologischen Grundlagen für den Hochwasserschutz in Reiden der Scherrer AG vom Dezember 2018
- Hochwasserschutzkonzept Dorfbach-Reidermoos, Reiden Ost der Holinger AG vom 16.05.2017
- Hochwasserschutzkonzept Gemeinde Reiden, Vorstudie und Vorprojekt der Niederer + Pozzi Umwelt AG vom Januar 2012
- Protokoll Hochwasserschutz Reiden vom 02.06.2020
- GEP Reiden - Hydrodynamische Kanalnetzberechnung der TAGMAR AG aus dem Jahre 2020
- Hydraulische Berechnungen Feldbach – Altike der TAGMAR AG vom November 2021
- Hochwasserschutzkonzept Reiden Ost, Feldbach Machbarkeitsstudie aus dem Jahre 2023

2.2 Projektierungsgrundlagen

- VSA-Richtlinie
- VSS-Normen
- SIA-Normen
- vif-Fachordner Strassen (online Ausgabe, Januar 2023)
- Hochwasserschutz an Fliessgewässern (Wegleitungen des BWG, 2001)

2.3 Ausgangssituation

2.3.1 Busbetrieb / Bushaltestellen

Im Projektabschnitt betreibt die Limmat Bus AG (Aargau Verkehr AG) die Buslinie 8 "Zofingen-Reiden-St. Urban". Im Projektperimeter wird zudem die bestehende Fahrbahnhaltestelle "Friedmattstrasse" betrieben. Diese wird mit Gelenkbussen angefahren.



Abbildung 2: Buslinie und Haltestellen, Quelle: <https://www.geo.lu.ch/map/verkehr>, Zugriff 01.07.2020

2.3.2 Zustandsbeurteilung Kanalisation

Im periodischen Kanalunterhalt wurden die Hauptleitungen gespült und aufgenommen. Die Zustandsaufnahmen stammen aus den Jahren 2016 und 2017. Aktuell entwässert die Strasse in die bestehende Mischabwasserleitung, die vom KS RE268 bis zum KS RE1143 in einem schlechten Zustand (starke Mängel und nicht mehr funktionstüchtig) ist. Die Anschlüsse an die Einlaufschächte sowie die privaten Anschlussleitungen wurden nicht aufgenommen.

2.4 Verkehrsmessungen

Vom Mittwoch, 02. Mai 2018 bis Mittwoch, 09. Mai 2018 sind an der Friedmattstrasse Geschwindigkeitsmessungen durch die VIAPLAN AG durchgeführt worden.

Die massgebende Geschwindigkeit V_{85} liegt in beide Fahrrichtungen bei ca. 50 km/h. Der DTV (durchschnittlicher täglicher Verkehr) lag bei der ersten Messstelle bei 1'200 Fahrzeugen mit einem Lastwagenanteil von 7 % und bei der zweiten Messstelle bei 2'500 Fahrzeugen mit einem Lastwagenanteil von 4 %.

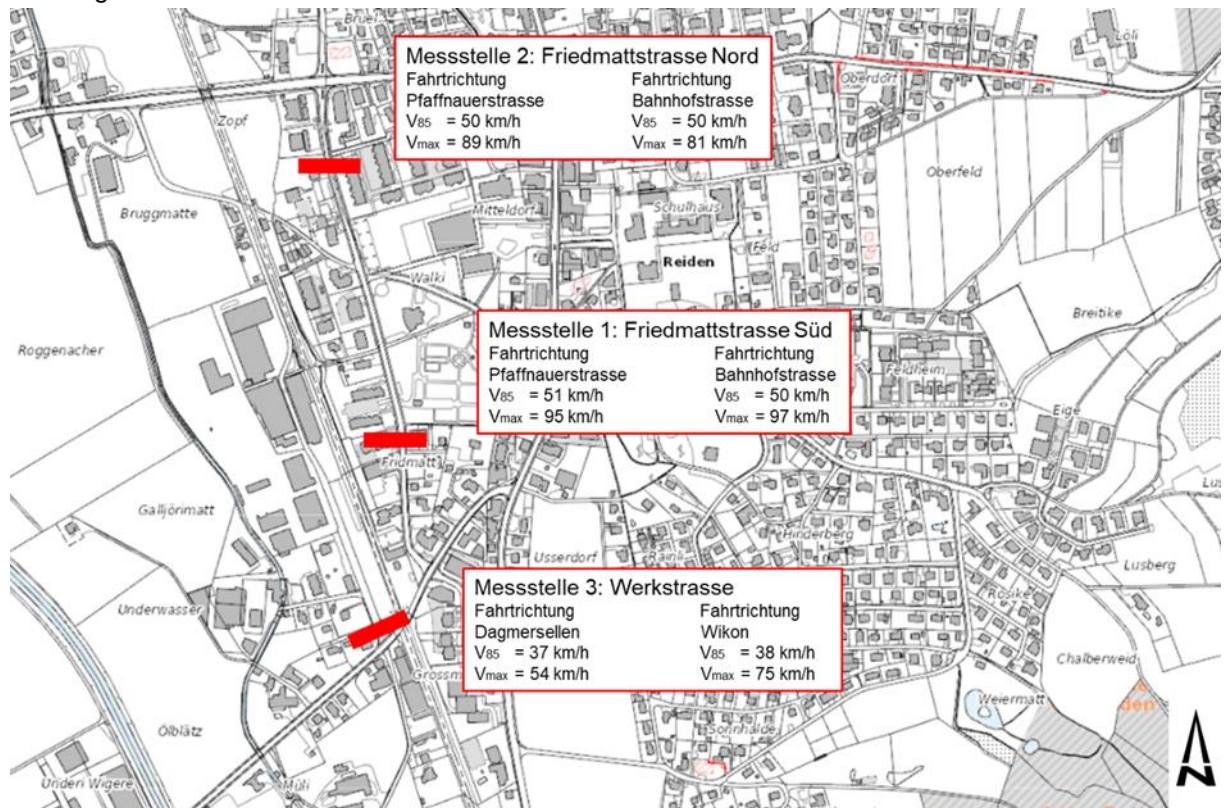


Abbildung 3: Messstellen Geschwindigkeitsmessungen Seitenradar (aus Bericht Tempo-30-Zonen Gemeinde Reiden der VIAPLAN AG vom 16.10.2020)



2.5 Rahmenbedingungen

Oberflächenabfluss

Legende

-  > 25 cm
-  11 - 25 cm
-  < 10 cm
-  Gewässer

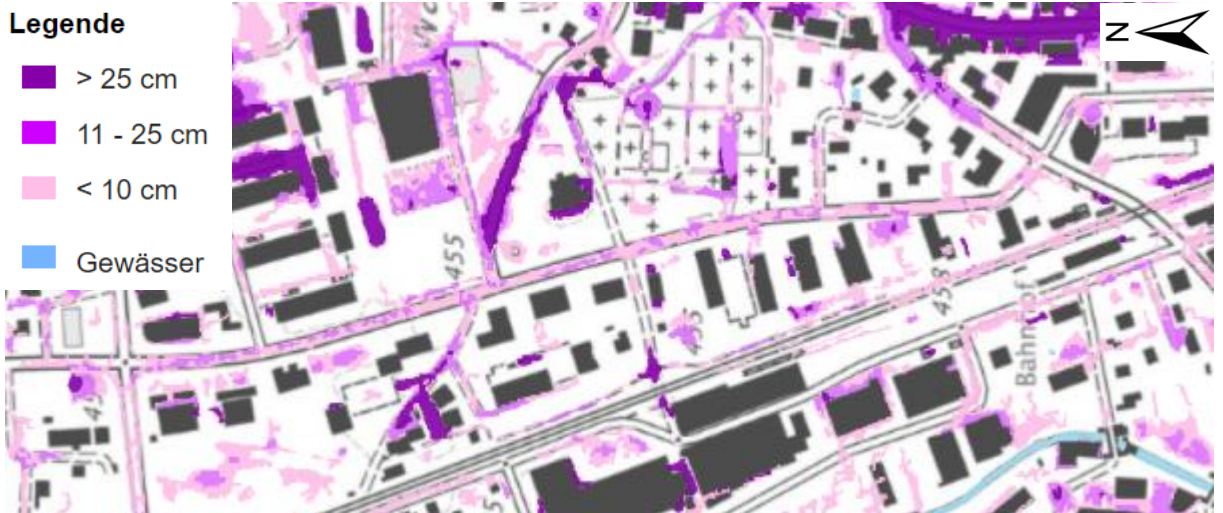


Abbildung 4: Oberflächenabfluss, Quelle: <https://www.geo.lu.ch/map/oberflaechenabfluss>, Zugriff 30.01.2024

Der Oberflächenabfluss zeigt, dass die Friedmattstrasse über die gesamte Länge durch Wasser gefährdet ist. Wassertiefen von bis zu 25 cm sind möglich.

Technische Gefahr

Die Friedmattstrasse liegt gemäss Geoportal im Gefahrenbereich der SBB auf der Linie Zofingen - Luzern. Die Friedmattstrasse ist rund 35 m zu den Bahngleisen entfernt. Der Regenabwasseranschluss in den Entlastungskanal erfolgt im Abstand von rund 7 m zu den spannungsführenden Teilen der SBB. Sobald der Abstand von 5 m zwischen Baumaschinen und spannungsführenden Teilen unterschritten wird, müssen spezielle Sicherheitsmassnahmen vorgesehen werden.



Abbildung 5: Technische Gefahren, Quelle: https://www.geo.lu.ch/map/technische_gefahren, Zugriff 30.01.2024



Gewässerschutz, Grundwasser

Der Projektabschnitt befindet sich im Gebiet eines Grundwasserträgers, im Gewässerbereich Au. Die Grundwassermächtigkeit liegt bei 5 bis 10 m und die Isohypsen des mittleren Grundwasserspiegels bei 448 bis 450 m ü.M. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt somit rund 7 m unter dem bestehenden Terrain.

Bauinventar

Im südlichen Projektabschnitt befinden sich zwei erhaltenswerte Bauten (Parzelle Nr. 340 und 436). Diese sind im Denkmalverzeichnis und Bauinventar des Kantons Luzern aufgeführt.



Abbildung 6: Friedmattstrasse 1 (Parz. Nr. 436)



Abbildung 7: Friedhof (Parz. Nr. 340)

Vor den Ausführungsarbeiten wird empfohlen, das Gebäude Friedmattstrasse 1 (Parzelle Nr. 436) aufnehmen zu lassen.

Gefahrenkarte

Die Gefahrenkarte zeigt, dass die Friedmattstrasse mehrheitlich durch Wasser gefährdet ist. Eine mittlere Gefährdung liegt vor.



Abbildung 8: Gefahrenkarte, Quelle: <https://www.geo.lu.ch/map/gefahrenkarte>, Zugriff 30.01.2024



Feldbach

Von der Walkestrasse bis zum Knoten Pfaffnauerstrasse / Industriestrasse verläuft unter der Friedmattstrasse der eingedolte Feldbach. In der Hydrologiestudie vom Dezember 2018 (Scherrer AG) wurde das HQ₁₀₀ des Feldbachs bestimmt. Am Punkt 5 (siehe Abbildung 9) beträgt dieses 1.1 m³/s. Im Siedlungsraum muss ein HQ₁₀₀ abgeleitet werden können (Hochwasserschutz an Fließgewässern, Wegleitung des BWG). Das HQ₃₀ beträgt noch 0.5 m³/s für den heutigen Zustand. Die bestehende Eindolung im Bereich des Projektperimeters kann maximal eine Wassermenge von ca. 0.8 m³/s (Leitung Ø 700, Gefälle 8 ‰) ableiten.

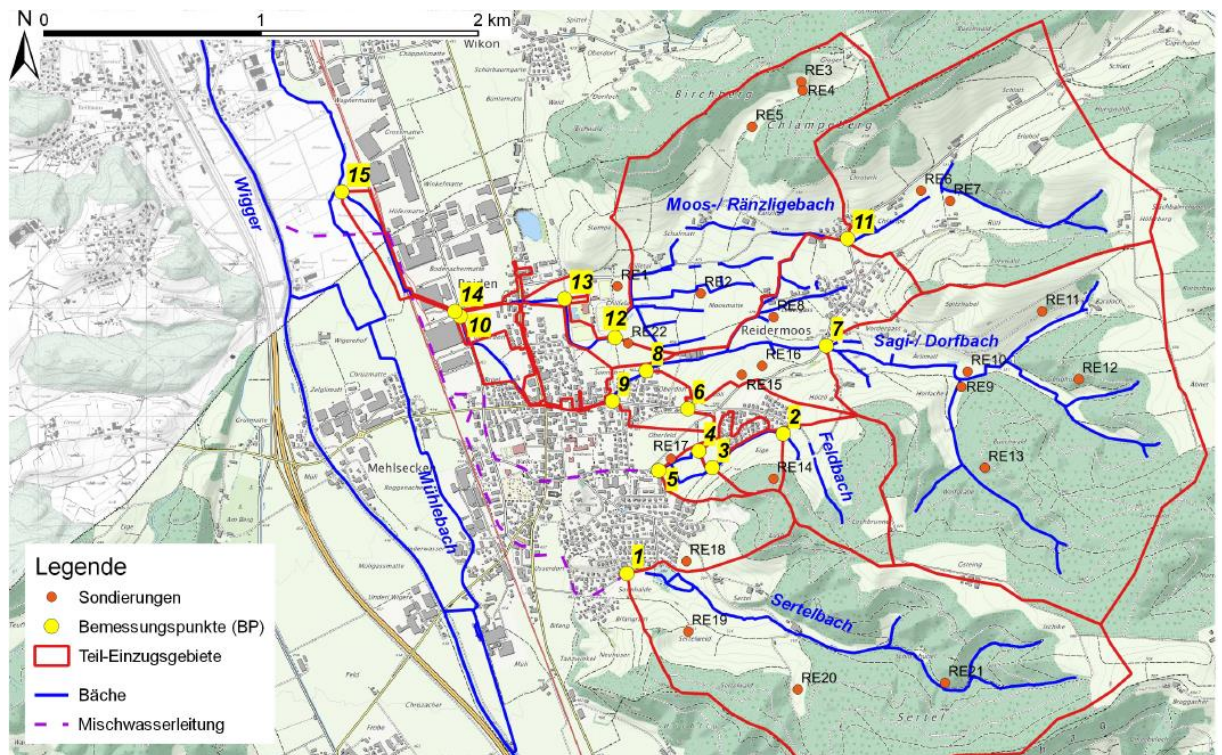


Abbildung 9: Übersicht über die Teil-Einzugsgebiete der Bäche Reiden (Bereitstellung der hydrologischen Grundlagen für den Hochwasserschutz in Reiden, Scherrer AG, Dezember 2018)

Im Rahmen des Hochwasserschutzkonzepts wurden bereits Studien und Vorprojekte erarbeitet. Die Varianten sind im Anhang 2 beschrieben. Es hat sich gezeigt, dass keine Anpassung der Leitungsdimensionen Feldbach im Bereich der Friedmattstrasse notwendig ist.

3 STRASSENSANIERUNG

3.1 Strassengestaltung

Durch die Anordnung von seitlichen Einengungen als Baumnische und / oder als Rabatte mit ökologischer Mischbepflanzung wird das Erscheinungsbild aufgewertet. Die gefahrene Geschwindigkeit wird reduziert und die Strasse erhält einen siedlungsorientierten Charakter. Zudem wird ein wesentlicher Beitrag zur ökologischen Aufwertung innerhalb des Strassenraums geleistet. Das Wohlbefinden der Anwohner spielt hier ebenfalls eine wesentliche Rolle. Die seitlichen



Parkplätze beim Friedhof ermöglichen das sichere Parkieren. Die Parkplätze werden mit Sockelverbundsteinen ausgeführt.

3.2 Abweichende Höchstgeschwindigkeit

Die Gemeinde Reiden hat über das Gemeindegebiet das bfu-Modell 50/30 umgesetzt. Dazu wurde in den Wohnquartieren und im Dorfzentrum nahezu flächendeckend Tempo-30-Zonen markiert und signalisiert. Die Friedmattstrasse wird nach den Bauarbeiten ebenfalls auf Tempo-30 signalisiert.

Mit der Einführung von Tempo 30 auf der Strasse reduzieren sich die gefahrenen Geschwindigkeiten. Dies verkürzt die Reaktions- und Bremszeit und somit die erforderlichen Sichtweiten und soll zu mehr Sicherheit auf der Friedmattstrasse führen. Damit sollen insbesondere Kinder, der angrenzenden Schule "Walke", und ältere Personen geschützt werden, die nicht rechtzeitig oder nicht richtig auf den motorisierten Verkehr reagieren. Ebenfalls wird die Wohnqualität (Lärmreduktion) gesteigert.

Die Massnahmen können dem Signalisations- und Markierungsplan entnommen werden, der durch den Kanton Luzern genehmigt wird.

3.3 Strassengeometrie

Bei der Friedmattstrasse handelt es sich um eine Strassensanierung. Die bestehenden Strassenränder werden beibehalten, wodurch die horizontale und vertikale Geometrie gegeben ist. Die bestehende Strasse hat eine Breite von ca. 6.00 m. Dies entspricht einem Begegnungsfall Lastwagen und Personenwagen bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h (VSS-Norm 40 200ff). Ebenfalls kann der Begegnungsfall Lastwagen und Lastwagen nachgewiesen werden. Dies bei einer reduzierten Geschwindigkeit von 20 km/h.

Grundbegegnungsfall	Verkehrsteilnehmer			
	ja	-	PW	LW
Siedlungsorientiert Innerorts	ja	-	PW	LW
Geschwindigkeit [km/h]			30	30
Grundabmessung	0.00	1.80	2.55	0.00
Tunnel oder Galerie	nein	nein	nein	nein
Steigung [%]	0%	0%	0%	0%
Allgemein	0.000	0.100	0.100	0.000
Zuschlag Steigung	0.000	0.000	0.000	0.000
Bewegungsspielraum	2 · 0.00	2 · 0.10	2 · 0.10	2 · 0.00
- innerer Zuschlag innerhalb Fahrbahn	1 · 0.00	1 · 0.20	1 · 0.30	1 · 0.00
- äusserer Zuschlag ausserhalb Fahrbahn	ja	ja	ja	ja
	(1 · 0.00)	(1 · 0.20)	(1 · 0.30)	(1 · 0.00)
Sicherheitszuschlag	0.00	0.20	0.30	0.00
Total pro Verkehrsteilnehmer	0.00	2.20	3.05	0.00
Gegenverkehrszuschlag		0.00	0.00	0.00
Total Fahrbahnbreite		5.25		
	0.00	0.20	0.30	0.00
Minimale lichte Breite		5.75		

Tabelle 1: Prüfung geometrisches Normalprofil für den Begegnungsfall PW/LW



Grundbegegnungsfall	Verkehrsteilnehmer			
	ja	-	LW	LW
Siedlungsorientiert Innerorts Geschwindigkeit [km/h]	ja	-	LW 20	LW 20
Grundabmessung	0.00	2.55	2.55	0.00
Tunnel oder Galerie	nein	nein	nein	nein
Steigung [%]	0%	0%	0%	0%
Allgemein	0.000	0.000	0.000	0.000
Zuschlag Steigung	0.000	0.000	0.000	0.000
Bewegungsspielraum	2 · 0.00	2 · 0.00	2 · 0.00	2 · 0.00
- innerer Zuschlag innerhalb Fahrbahn	1 · 0.00	1 · 0.30	1 · 0.30	1 · 0.00
- äusserer Zuschlag ausserhalb Fahrbahn	ja (1 · 0.00)	ja (1 · 0.30)	ja (1 · 0.30)	ja (1 · 0.00)
Sicherheitszuschlag	0.00	0.30	0.30	0.00
Total pro Verkehrsteilnehmer	0.00	2.85	2.85	0.00
Gegenverkehrszuschlag		0.00	0.00	0.00 #
Total Fahrbahnbreite		5.70		
	0.00	0.30	0.30	0.00
Minimale lichte Breite		6.30		

Tabelle 2: Prüfung geometrisches Normalprofil für LW/LW bei reduzierter Geschwindigkeit von 20 km/h

3.4 Aufbau Strassenoberbau

Die Friedmattstrasse unterliegt aufgrund der zu erwartenden Verkehrsbelastung der Verkehrsklasse T2 (VSS-Norm 40 324). Die Verkehrsbelastung bis ins Jahr 2040 wurde im Durchschnitt mit 3'900 Fahrzeugen pro Tag und einem Lastwagenanteil von 4 % angenommen.

Zunahme DTV	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	
DTV _{künftig}	3'050	3'367	3'715	4'097	
LW-Anteil	2%	36	38	39	42
	4%	72	75	79	83
	6%	107	113	118	125
	8%	143	150	158	166

T 2

T 3

Tabelle 3: Tägliche äquivalente Verkehrslast

Die Friedmattstrasse verläuft parallel zur Hauptstrasse und dient oft als Umfahrungsstrasse. Während dieser Zeit ist mit einem grösseren Verkehrsaufkommen zu rechnen. Zudem betreibt die Limmat Bus AG die Buslinie 8. Für die Projektierung ist daher der nächsthöhere Oberbau T3 vorzusehen.

	Fahrbahn		Trottoir	
Deckschicht	35mm	AC 11 S, B50/70	25mm	AC 8 N, B70/100
Tragschicht	95mm	AC T 22 S, B50/70	60mm	AC T 22 N, B70/100
Belagsstärke	130mm		85mm	
Foundationsschicht	500mm	Kiessand 0/45	500mm	Kiessand 0/45
Gesamtstärke	630mm		585mm	

Tabelle 4: Strassenaufbau



Auf der Foundationsschicht soll ein ME-Wert von mindestens 100 MN/m² erreicht werden.

Beim Trottoir wird im Einfahrtsbereich eine Tragschicht (AC T 22 N, 95 mm) eingebaut. Die Fundation wird komplett ersetzt, da umfangreiche Werkleitungsarbeiten ausgeführt werden.

3.5 Strassenentwässerung

Die bestehende Strassenentwässerung ist über Strassenabläufe sichergestellt. Die Strassenabläufe sind an die Mischabwasserleitung angeschlossen. Mit der Strassensanierung wird die Entwässerung weiter über die Strassenabläufe sichergestellt, da eine oberflächige Versickerung aufgrund der Platzverhältnisse nicht möglich ist.

Das Strassenabwasser wird über die neue Regenabwasserleitung nach der Hochwasserentlastung RE HE B in den Entlastungskanal eingeleitet. Das Regenabwasser wird nicht mehr der ARA zugeführt. Ebenfalls wird die Hochwasserentlastung RE HE B entlastet. Diese ist aktuell stark überlastet und entlastet 76'000 m³ Mischabwasser verteilt auf rund 30 Tage pro Jahr in die Wigger (Hydrodynamische Kanalnetzberechnung, TAGMAR AG 2020).

3.6 Sichtverhältnisse

Die Sichtverhältnisse wurden bei den Zufahrten auf die Friedmattstrasse nach der geltenden VSS-Norm 40 273a überprüft und sind im entsprechenden Plan (Landerwerb) eingetragen.

Es wurde das zweistufige Verfahren nachgewiesen. Dies bedeutet, dass die Beobachtungsdistanz auf das Trottoir ab Hinterkante Trottoir und die Beobachtungsdistanz für die Fahrbahn ab Fahrbahnrand gemessen wird. Da es sich um bestehende Ausfahrten handelt, beträgt die Beobachtungsdistanz 2.50 m. Die Sichtzonen sind von jeglichen Sichtbehinderungen zwischen 0.60 m bis 3.00 m gemessen ab Strassen- bzw. Trottoirniveau freizuhalten. Die Gemeinde kann veranlassen, dass die Sichtzonen als öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkung angemerkt werden.

Die Sichtweiten betragen für eine Zufahrtsgeschwindigkeit von 30 km/h 20 bis 35 m gemäss geltender VSS-Norm 40 273a. Für den Projektperimeter wurde eine Sichtweite von 25 m zu Grunde definiert. Auf das Trottoir ist eine minimale Sicht von 15 m notwendig. Die Sichtweiten können dem Landerwerbsplan entnommen werden.

4 AUSSTATTUNG

4.1 Bushaltestellen

Im Rahmen der Umsetzung des Behindertengleichstellungsgesetzes (BehiG) an Bushaltestellen wurden die Ausführung und Ausgestaltung der Fahrbahnhaltestellen angepasst. Die bestehenden Fahrbahnhaltestellen entsprechen nicht mehr den gültigen Richtlinien.

Ausgehend von der Standard-Haltestelle wird die Machbarkeit und die Integration in die bestehende Situation überprüft. Bei Unverhältnismässigkeiten wird die Prüfung der Machbarkeit der Haltestelle mit der darunterliegenden Rückfallebene (verkürzt, Kissen) erneut geprüft.

Die bestehenden Fahrbahnhaltestellen liegen im Kurvenbereich. Eine Realisierung an gleicher Stelle ist nicht mehr möglich. Das Spaltmass von ≤ 75 mm (Abstand zwischen Perron und Fahrgastraum) kann nicht eingehalten werden.

Die Fahrbahnhaltestelle wird ca. 70 m in Richtung Bahnhof verschoben. Somit kann das Spaltmass gemäss der Verordnung UVEK über die technischen Anforderungen an behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs eingehalten werden. Zudem vergrössert sich der Abstand zum Knoten Pfaffnauerstrasse von 50 m auf 120 m. Rückstau durch die Haltestelle in den Knoten ist somit nicht zu erwarten.

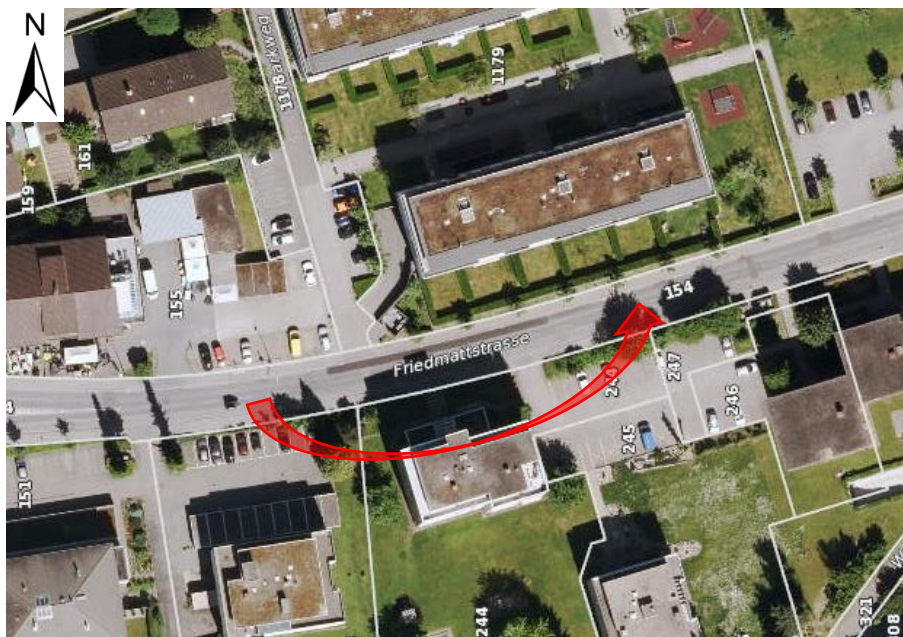


Abbildung 10: Übersicht Verschiebung Fahrbahnhaltestelle

Die Fahrbahnhaltestellen werden gemäss Rücksprache mit Herrn Schenker (Limmat Bus AG) für Gelenkbusse dimensioniert. Die Fahrbahnhaltestellen weisen eine Länge von 31 m auf. Die Haltestellen werden in Beton und die Sonderbordsteine mit Anschlag 22 cm ausgeführt. Die Bushaltestellen richten sich nach der vif-Richtlinie 731.410 und den dazugehörigen Detail-Richtlinien.

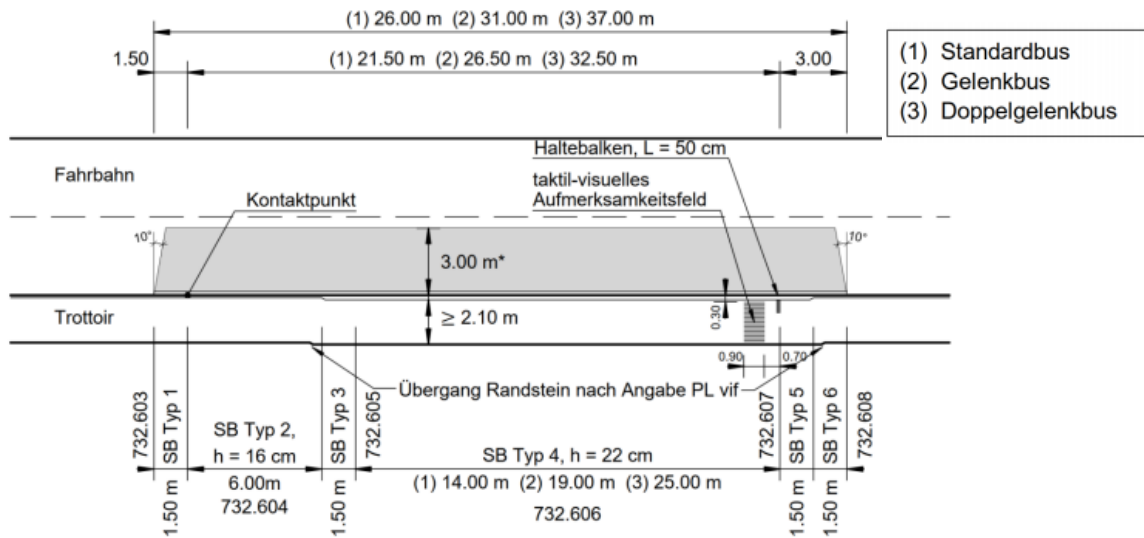


Abbildung 11: vif-Richtlinie 731.410, Stand 24.01.2022

4.2 Signalisation / Markierung

Mit der Sanierung der Friedmattstrasse wird die Tempo-30-Zone eingeführt und bestehende Fussgängerstreifen aufgehoben. Die Massnahmen sind auf den Signalisations- und Markierungsplan der VIAPLAN AG vom 31.08.2023 abgestimmt. Mit seitlichen Einengungen soll das Geschwindigkeitsniveau gesenkt werden und die Strasse soll einen siedlungsorientierten Charakter erhalten.

4.3 Strassenbeleuchtung

In Zusammenarbeit mit der CKW wurde die bestehende Beleuchtung optimiert. Neue Verrohrungen und neue Kandelaber werden verlegt und versetzt. Das entsprechende Konzept ist im Werkleistungsplan ersichtlich. Die Strassenbeleuchtung ist auf die Ausführung Bushub und die Bahnhofstrasse K45 abgestimmt.

4.4 Baumnischen

In seitlichen Einengungen sollen vereinzelt Bäume gepflanzt werden. Die Bäume tragen zur Verschönerung des Umfelds bei und schaffen eine angenehmere und grünere Umgebung für Bewohner. Durch die seitliche Einengung wird das Geschwindigkeitsniveau gedrosselt und Lärmemission vermindert.

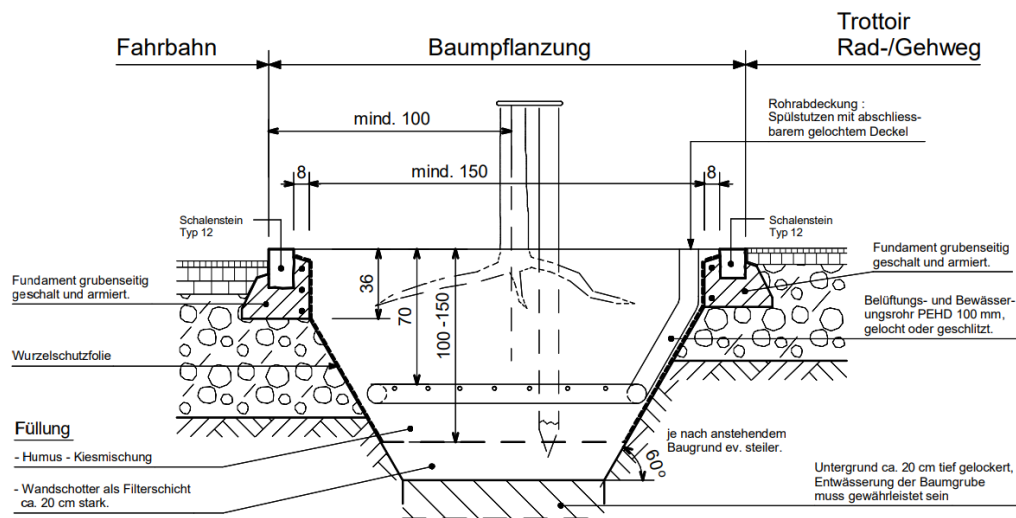


Abbildung 12: Schemaschnitt Baumnische (vif-Richtlinie 731.601)

Bei der Ausführung von Baumnischen sind mehrere Dinge zu beachten, um sicherzustellen, dass weder die Verkehrssicherheit verringert oder die Infrastruktur beschädigt wird.

- Freihaltung des Lichtraumprofils
- Freihaltung der Sichtweiten
- Schützen und Berücksichtigung von unterirdischen und oberirdischen Infrastrukturen
- Schutzmassnahmen zu Gasleitungen oder mindestens ein Abstand von 2.00 m

Aufgrund der Baumnischen müssen auch Werkleitungen verlegt werden. Die Verlegungen sind im Situationsplan Werkleitungen ersichtlich.

4.4.1 Bepflanzung



Abbildung 13: Beispielbild Grünrabatte

Die Strassenbegrünung wurde in Zusammenarbeit mit dem Landschaftsarchitekten Erwin Erhart erarbeitet und kann dem Projektplan Strassenbegrünung entnommen werden. Die seitlichen Eingengungen werden mit Alleebäumen vom Typ europäischer Zürgelbaum und mit Flächenbepflanzungen ausgeschmückt. Der Zürgelbaum ist sehr trockenresistent, wächst langsam und wird im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung von Fachleuten für unsere Region als Zukunftsbaum empfohlen. Die natürliche Verbreitung hat der Zürgelbaum unter anderem im Tessin.



4.5 **Drittprojekte**

4.5.1 Bushub

Parallel zum Projekt Friedmattstrasse wird der Bushub Reiden geplant. Die Projektierung ist im Gange und die Unterlagen sollen Ende 2024 / anfangs 2025 zur Bewilligung eingereicht werden. Die Strassensanierung Friedmattstrasse ist daher nur bis zur Parzelle Nr. 436 geplant. Der Baubeginn ist frühestens ab Ende 2027 terminiert.

4.5.2 Knoten Pfaffnauerstrasse / Industriestrasse / Friedmattstrasse

Durch das stetig steigende Verkehrsaufkommen im Knoten Pfaffnauerstrasse / Industriestrasse / Friedmattstrasse reduziert sich die Leistungsfähigkeit im Knoten, wodurch sich zusätzliche Wartezeiten ergeben und das Risiko von Unfällen erhöht.

Um dieser Thematik Rechnung zu tragen, hat das Ingenieurbüro KFB Pfister AG, Olten das Bauprojekt Umbau Knoten Pfaffnauerstrasse / Industriestrasse / Friedmattstrasse erarbeitet.

Für die Ausführung sind die beiden angrenzenden Projekte zeitlich, verkehrstechnisch und ausführungstechnisch aufeinander abzustimmen.

5 **WERKLEITUNGEN**

5.1 **Kanalisation**

Das heutige Abwasser wird über die Mischabwasserleitung entwässert. Mit der Sanierung der Friedmattstrasse soll das Schmutzabwasser vom Regenabwasser getrennt werden. Auf privaten Parzellen sind die jeweiligen Eigentümer dafür verantwortlich. Somit ist davon auszugehen, dass viele Private erst bei einem Umbau ihr Abwasser auftrennen und das Regenabwasser versickern werden.

Der Zustand der Mischabwasserleitungen wurde im Rahmen der periodischen Unterhaltsplanung aufgenommen. Die Leitungen sind sanierungsbedürftig. Es wird eine neue Schmutzabwasserleitung erstellt und an den bestehenden Mischabwasserschacht RE 264 angeschlossen.

Die Kanalisation Schmutzwasser werden mit PP-Rohren realisiert und im Bettungsprofil SIA 4 (voll einbetoniert) verlegt. Das minimale Gefälle beträgt 9 ‰. Dieses ergibt sich aufgrund der örtlichen Gegebenheiten. Der Rohrdurchmesser beträgt im Minimum DN 250 mm. Dieser Leitungsdurchmesser und das minimale Leitungsgefälle ermöglichen eine Ableitung von ca. 50 l/s. Die Kontrollschächte werden in den Dimensionen DN 600/1'000 mm ausgeführt.

5.2 **Regenabwasser**

5.2.1 Ausgangslage

In der Richtlinie der VSA "Abwasserbewirtschaftung bei Regen" wird die Regenabwasserbewirtschaftung abgehandelt. Die Versickerungs- und Ableitmöglichkeiten sind priorisiert und sind in nachfolgender Reihenfolge abzuhandeln.



Priorität	
1. Priorität	Versickerung
2. Priorität	Einleitung in ein oberirdisches Gewässer
3. Priorität	Anschluss an die bestehende Mischabwasserkanalisation

Tabelle 5: Prioritäten Regenwetterbewirtschaftung

Der Boden im Gebiet Friedmatt weist eine gute Durchlässigkeit auf, was die Versickerung des Strassenabwassers möglich macht. Für die Versickerung über die Bodenpassage fehlt im Siedlungsgebiet jedoch der Platz. Das Regenabwasser soll daher in den Entlastungskanal eingeleitet werden, der anschliessend in die Wigger mündet.

Mit der Auftrennung von Regen- und Schmutzabwasser kann die ARA der Entsorgung Region Zofingen (ERZO) und die Hochwasserentlastung RE HE B entlastet werden. Die Friedmattstrasse kann komplett über den neuen Entlastungskanal Sauberwasser entwässert werden. Zu einem späteren Zeitpunkt werden die Gebiete Grossmatt und Rainli angeschlossen. Diese Gebiete beinhalten ebenfalls Teile der Hauptstrasse K13 und die Bahnhofstrasse K45. Die Einzugsgebiete können dem nachfolgenden Ausschnitt entnommen werden. Parzellen, die nicht hinterlegt sind, versickern oder werden in Zukunft ihr Regenabwasser versickern.

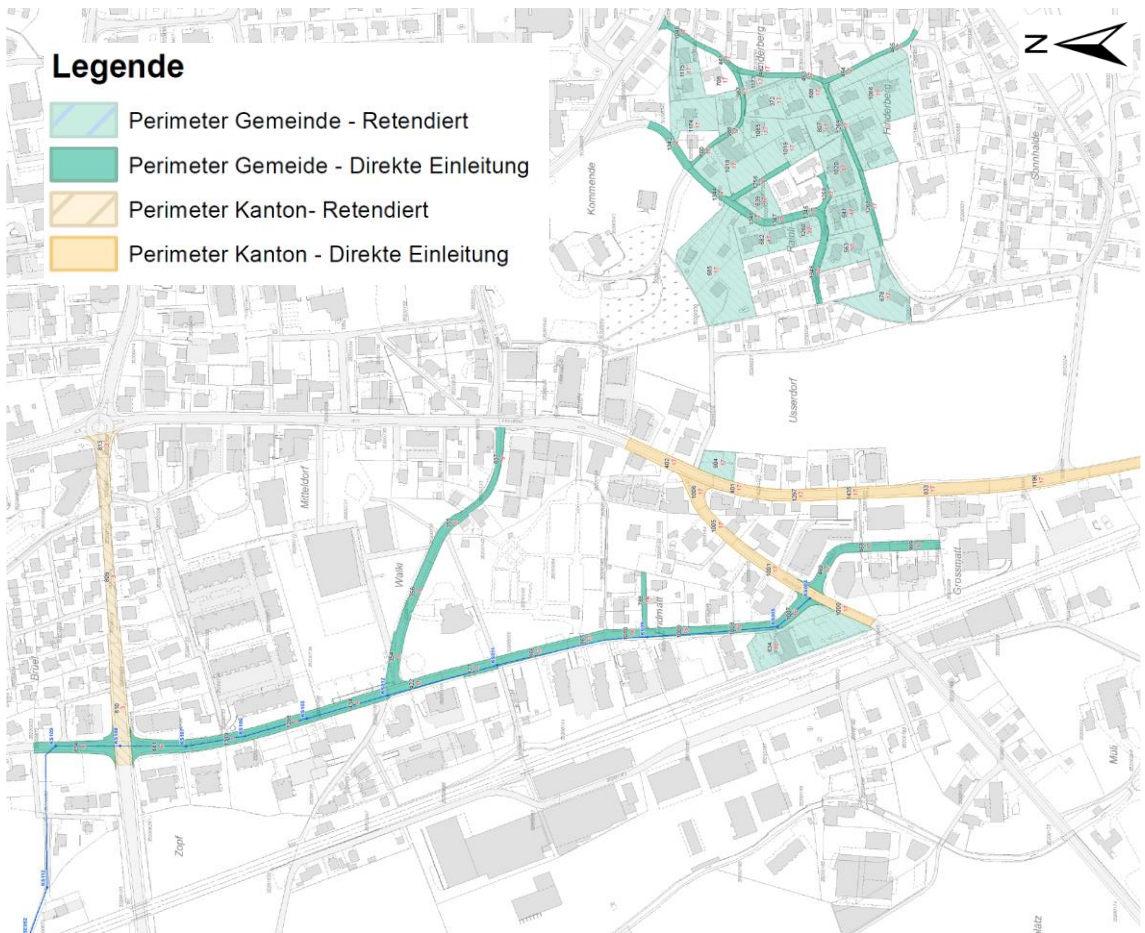


Abbildung 14: Einzugsgebiet



Die Entwässerung der Pfaffnauerstrasse K46 erfolgt über eine Strassenbehandlungsanlage (SABA). Somit ist das Regenabwasser der Hauptstrasse K13 am meisten belastet. Die Zählstelle Nr. 264 in Wikon Zentrum erfasste 2019 einen DTV von 6'500 Fahrzeugen pro Tag. Aufgrund dieser Messung und von Schätzungen kann für 2040 eine Prognose angegeben werden. Im Einzugsgebiet auf der Hauptstrasse K13 wird von 5'000 bis 6'000 Fahrzeugen pro Tag ausgegangen.

Der Nachweis für die Strassenentwässerung wird basierend auf der aktuellen VSA-Richtlinie "Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter", Stand 2019 erbracht. Die stoffliche Belastung der Hauptstrasse K13 kann nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Beurteilungsfaktoren	Bewertungskriterien	Friedmattstrasse	
		Ausmass	BP
Grundbelastung	Täglicher Verkehr (DTV 2040)	6'000 FZ / Tag	6
Kriterien	Anteil Schwerverkehr (Annahme)	8 %	1
	Steigung	< 8 %	0
	Strassenabschnitt innerorts	ja	1
	Reinigung von Strassen	-	0
Belastungsklasse		Mittel (5 bis 14 Punkte)	8

Tabelle 6: Tabelle B8 gemäss VSA-Richtlinie "Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter"

5.2.2 Dimensionierung

Der neue parallele Kanal zum Feldbach wird mit einem Durchmesser DN 800 mm ausgeführt. Aufgrund der Topografie und von Leitungsquerungen kann der Entlastungskanal teils nur mit einem sehr geringen Längsgefälle ausgebildet werden. Zwischen Industriestrasse und Hochwasserentlastung RE HE B beträgt das Gefälle lediglich 0.2 %.

Die Dimensionierung des Entlastungskanals erfolgte anhand einer hydrodynamischen Berechnung. Dabei wurden sowohl ein 5-jähriges als auch ein 10-jähriges Regenereignis im Einzugsgebiet simuliert. Die Berechnung wurde für insgesamt 4 Szenarien durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen die Wasserspiegelhöhe in den Längsschnitten. Die Auslastungen wurden ebenfalls in der Ergebnistabelle festgehalten. Eine detaillierte Darstellung aller Szenarien und Ergebnisse ist im Anhang 4 zu finden.

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde das Szenario 4 für die weitere Planung berücksichtigt. Gemäss Szenario 4 ist eine Entlastungskanal DN 800 mm vorgesehen, die bei einem 10-jährigen Regenereignis im Einzugsgebiet bis zu 70 % ausgelastet ist. Es besteht somit noch eine Reserve von bis zu 30 %. Aufgrund der zunehmend intensiveren und extremeren Starkregenfälle sowie veralteter Berechnungsnormen wurde beschlossen, diese Reserve beizubehalten und der Leitungsdurchmesser nicht reduziert wird.

Mit dem Nachweis gemäss SIA 190 wurde die Kanalisationsleitungen statisch überprüft. Es wurde sowohl die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit überprüft. Durch die unterschiedlichen Überdeckungen im Projektperimeter wurden fünf Nachweise geführt. Die Centub-Rohre werden vollumfänglich im Verlegeprofil 4 (voll einbetoniert) verlegt. Dies aufgrund der schlechten Zugänglichkeit im Strassenbereich. Für Leitungen mit einer Überdeckung von



lediglich 0.40 m werden hochfeste Robust-Rohre verwendet. Die statischen Überprüfungen können dem Anhang entnommen werden.

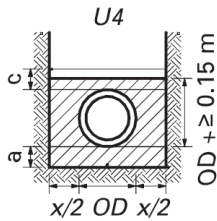


Abbildung 15: Verlegeprofile U4 gemäss SIA190

Im Kreisbereich Pfaffnauerstrasse, Industriestrasse, Friedmattstrasse wird aufgrund der schlechten Zugänglichkeit der Entlastungskanal im Verlegeprofil 4 (voll einbetoniert) verlegt.

5.2.3 Einleitung

Auf eine Behandlungsanlage kann bei mittlerem belasteten Strassenabwasser bei einem Einleitverhältnis $V_s > 1$ verzichtet werden. Im vorliegenden Projekt werden in Zukunft rund 25'000 m² Strassenfläche an den Entlastungskanal Sauberwasser angeschlossen. Der Anschluss von privaten Parzellen erfolgt ausschliesslich retendiert und somit ist die Ableitmenge sehr gering. Diese beträgt in Zukunft ca. 30 l/s. Das Regenabwasser wird dem Entlastungskanal und anschliessend der Wigger zugeführt.

Einleitstelle	Koordinaten	Abflussmenge Q_{347}	Gewässerfaktor f_G	max. einzuleitende Strassenfläche	angeschlossen Strassenfläche
Wigger	2'640'574 / 1'226'698	1'300 l/s	2.0	178'000 m ² (146 l/s · ha)	25'000 m ²

Tabelle 7: Zulässigkeit der stofflichen Belastung

Die stofflichen Einleitbedingung in die Wigger können eingehalten werden.

Zulässigkeitsprüfung für die stoffliche Belastung				
Gewässertyp	spezifisches Einleitverhältnis V_s	Belastungsklasse Strassenabwasser		
		gering	mittel	hoch
Fließgewässer	$V_s > 1$	+	+	$B_{Standard}^{1)}$
	$V_s \leq 1$	+	$B_{Standard}^{2)}$	$B_{Erhöht}$
stehende Gewässer	nicht definiert	+	+	$B_{Standard}$

Legende	
+	Einleitung zulässig
$B_{Standard}$	Einleitung zulässig mit vorgeschalteter Behandlungsanlage vom Typ «Standard» oder «Erhöht»
$B_{Erhöht}$	Einleitung zulässig mit vorgeschalteter Behandlungsanlage vom Typ «Erhöht»

Tabelle 8: Versickerung von Strassenabwasser (Planungshilfe Strassenabwasser, Kanton Luzern, 14. September 2020; Tabelle 12)



Die Notwendigkeit einer Retention wird anhand des gewässerspezifischen Einleitverhältnis V_G überprüft. Auf eine Retention kann bei einem Wert grösser 0.1 verzichtet werden. Die hydraulischen Einleitbedingungen können ohne Retention eingehalten werden.

Einleitstelle	Koordinaten	Abflussmenge Q_{347}	Sohlenbeschaffenheit f_s	Gewässertyp f_G	max. einzuleitende Strassenfläche	Angeschlossen Strassenfläche
Wigger	2'640'574 / 1'226'698	1'300 l/s	2.0	2.0	356'160 m ² (146 l/s · ha)	25'000 m ²

Tabelle 9: Zulässigkeit der hydraulischen Belastung

Zulässigkeitsprüfung für die hydraulische Belastung		
Gewässertyp	Gewässerspezifisches Einleitverhältnis V_G	Retention erforderlich
Fließgewässer	$V_G > 0.1$	Nein
	$V_G \leq 0.1$	Ja
stehende Gewässer	nicht definiert	Nein

Tabelle 10: Zulässigkeitsprüfung für die Einleitung von Strassenabwasser (Planungshilfe Strassenabwasser, Kanton Luzern, 14.September 2020; Tabelle 11)

5.3 Werke Dritter

Die Werkleitungen werden teilweise erneuert. Es wurde Kontakt mit allen Werken aufgenommen. Leitungsergänzungen und Erneuerungen sind im Werkleitungsplan ersichtlich.

Werke	Betreiber	Bedarf
Wasser	Brunnengenossenschaft Reiden	Bedarf angemeldet Projekt in Koordinationsplänen eingetragen.
Fernwärme	KGW Energie AG	Bedarf angemeldet Projekt in Koordinationsplänen eingetragen. (siehe Kapitel 5.3.1)
Elektrizität	CKW	Bedarf angemeldet Projekt in Koordinationsplänen eingetragen. (Rückmeldungen 15.05.2020, 22.01.2023)
Telekommunikation	Swisscom	Kein Bedarf angemeldet (Rückmeldungen 19.05.2020, 23.01.2023)
Telekommunikation	WWZ	Bedarf angemeldet. Projekt in Koordinationsplänen eingetragen. (Rückmeldungen 28.05.2020, 23.01.2023)
Gas	StWZ Energie	Kein Bedarf angemeldet. (Rückmeldung 11.03.2024)

Tabelle 11: Anfragen Werkleitungsausbau

5.3.1 Fernwärme

In der Friedmattstrasse soll für das Fernwärmenetz starre Doppelrohre verbaut werden. Für die Hauptleitung beträgt der Aussendurchmesser DN 355 mm. Die Grabentiefe richtet sich nach den

örtlichen Gefällsverhältnissen und den bestehenden Werkleitungenquerungen. Die minimale Überdeckung der Fernwärmeleitungen beträgt gemäss Rohrlieferant isoplus 60 cm. Eine Überdeckung von mindestens 80 cm ist anzustreben, damit die Sandbettung nicht in die Fundamentschicht ragt und Frostschäden an der Strasse begünstigt.

Bei einer Überdeckung von 80 cm ergeben sich Grabentiefen von ca. 1.30 m. Die Sohlenbreite errechnet sich aufgrund des Aussendurchmessers und dem dimensionsabhängigen Mindestmontageabstand. Bei einem Mantelrohr Durchmesser 355 mm ist eine Grabenbreite von 1.06 m einzuhalten.

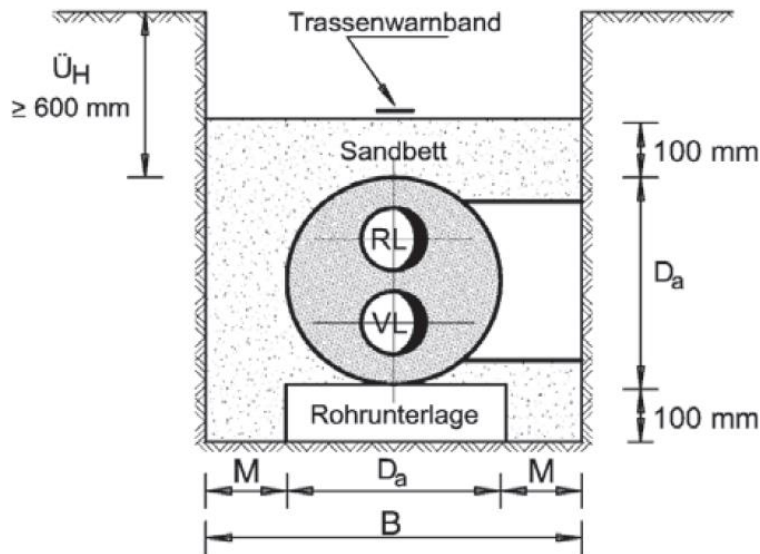


Abbildung 16: Schemaschnitt Grabennormal Fernwärmeleitung

Unterquerung Kantonsstrasse Pfaffnauerstrasse K46

Die Fernwärmeleitungen sind als starre Rohrsysteme ausgeführt, wobei die Rohrstangen bis 16 m Länge aufweisen. Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens, den bestehenden Leitungsquerungen und den notwendigen Etagen wird die Pfaffnauerstrasse grabenlos unterpresst. Es wird ein Stahlrohr DN 600 mm gerammt. In das Stahlrohr werden die Fernwärmeleitung und das Medienrohr eingezogen. Der Hohlraum wird mit Kiessand verfüllt. Der Verkehr auf der Pfaffnauerstrasse wird dadurch nur geringfügig beeinträchtigt.

Die Start- und Zielgruben sind so gewählt, dass diese im Einmündungsbereich der Industriestrasse und der Friedmattstrasse und die Entlüftungsschächte bei einem späteren Kreiselbau nicht in der Kreiselfahrbahn zu liegen kommen. Während dieser Zeit ist die Einfahrt in die Friedmattstrasse und die Ausfahrt von der Industriestrasse nicht möglich.

5.4 Gewässerabstand Feldbach

Beim Feldbach wurde auf eine Ausschreidung eines Gewässerraums verzichtet. Es gilt daher der Mindestabstand von 3 m ab Rohraussenkante gemäss Wasserbaugesetz (WBG) des Kanton Luzerns. Der Abstand ist dafür gedacht, dass bei allfälligen Arbeiten an der Bachleitung (zum Beispiel Unterhalt, Ersatz oder Vergrösserung) Werkleitungen nicht in den Weg kommen.

Der Feldbach verläuft entlang der Walkestrasse, in der Friedmattstrasse über die Pfaffnauerstrasse in die Industriestrasse. Im Bereich der Parzelle Nr. 111 verlässt der Kanal die Industriestrasse Richtung Bahntrasse. Im erwähnten Bereich ist der Feldbach durchgehend eingedolt.



In der Industriestrasse und der Friedmattstrasse unterschreiten Werkleitungen den Minimalabstand zum Feldbach. Folgende Gründe haben uns in der Planung zur Unterschreitung des Minimalabstandes bewegt:

- Der Feldbach liegt in der Industriestrasse und der Friedmattstrasse eingedolt unter der Fahrbahn. Das ein Meter breite Rohr und der beidseitige Abstand von drei Metern ergibt sich ein Freihaltebereich von sieben Meter. Eine Ausführung wäre dadurch nur noch in den Gehwegen denkbar. Diese sind jedoch bereits von bestehenden Werkleitungstrassen wie Wasser, Strom und Telekommunikation belegt.
- Durch die vielen Werkleitungstrassen und die Strassenraumgestaltung mit Bäumen besteht ein Platzmangel in der Friedmattstrasse.
- Bei der Fernwärmeleitung und beim Entlastungskanal Sauberwasser DN 800 handelt es sich um ein starres und unflexibles Rohrsystem. Die Leitungsführung der Fernwärmeleitung und des Entlastungskanals wurden aufgrund der bestehenden Werkleitungen optimiert.
- In den letzten Jahren wurden Hochwasserschutzkonzepte und -projekte für den Feldbach erarbeitet. Es ist nicht vorgesehen, die Bachleitung in der Friedmattstrasse und der Industriestrasse anzupassen.
- Bei der Parzelle Nr. 111 und 1048 verläuft der Feldbach durch private Grundstücke zu den Geleisanlagen der SBB. Um eine Verschneidung von Privatparzellen und zukünftige Leitungsumlegungen zu verhindern, wurde der Entlastungskanal direkt neben der Feldbachleitung im Gewässerraum geplant.

Aus den oben aufgeführten Gründen ersuchen die Dienststelle rawi eine Ausnahmegewilligung für den Unterabstand für die Werkleitungen in öffentlichem Interesse zu erteilen.

6 LANDERWERB

Die Fahrbahn und Trottoirgeometrie wird bei der Sanierung der Friedmattstrasse beibehalten. Die Abschlusssteine Hinterkante Trottoir bleiben grösstenteils bestehend. Hierfür ist kein Landerwerb notwendig. Jedoch befindet sich heute ein Grossteil des bestehenden Trottoirs auf der westlichen Strassenseite auf privatem Grund. Im Rahmen der Sanierung bietet sich eine gute Gelegenheit dies zu ändern. Die benötigten Flächen sind durch die Gemeinde von den privaten Grundeigentümern zu erwerben. Detaillierte Angaben können dem Landerwerbsplan entnommen werden.

7 TERMINE / BAUPHASEN

7.1 Planung

Nach der Fertigstellung Bauprojekt werden die Baukosten in das Budget eingearbeitet. Dies erfolgt anfangs Juli 2024. Im Herbst soll die Botschaft vorbereitet werden, damit die Bevölkerung über den Kredit an der Urnenabstimmung 09.02.2025 entschieden werden kann. Im neuen Jahr 2025 soll das Bewilligungsverfahren gestartet werden und die Baumeistersubmission erstellt werden.



7.2 Ausführung

Die Projektausführung hat koordiniert mit den Anschlussprojekten Bushub und Knoten Pfaffnauerstrasse / Industriestrasse / Friedmattstrasse zu erfolgen. Der provisorische Baustart ist auf September 2025 terminiert. Die Bauarbeiten werden voraussichtlich eineinhalb Jahre dauern.

Die geplanten Bauarbeiten können aufgrund der umfangreichen Werkleitungsarbeiten nur unter Vollsperrung ausgeführt werden. Der Verkehr wird in der Bauzeit über die Hauptstrasse umgeleitet. Die Anwohner können je nach Baufortschritt entweder von der Pfaffnauerstrasse oder von der Bahnhofstrasse zu ihren Parzellen zuzufahren. Die Bauphasen können den Planunterlagen entnommen werden.

7.2.1 Buslinie

Gemäss telefonischer Rücksprache mit Patrick Borter von der Limmat Bus AG vom 13.03.2024 ist eine Busumlegung denkbar. Die Busse müssen dabei über die Hauptstrasse umgeleitet werden. Die Bushaltestelle Friedmattstrasse darf dabei nicht aufgehoben werden. Es ist eine prov. Haltestelle auf der Pfaffnauerstrasse einzurichten. Die Lage der prov. Bushaltestellen können den Planunterlagen entnommen werden.

8 KOSTEN

8.1 Kostenteiler

Die Kosten für den Neubau des Entlastungskanals Sauberwasser soll zwischen dem Kanton Luzern und der Gemeinde aufgeteilt werden. Diese wird durch beide Parteien genutzt. Mit dem Vorprojekt wurde dem Kanton Luzern ein Kostenteiler unterbreitet. Der Kanton Luzern nahm am 05. Juli 2021 Stellung dazu:

"Die Berechnung des Kostenteilers zwischen der Gemeinde Reiden und dem Kanton Luzern erscheint zweck- und verhältnismässig... Um ein reibungsloses Bewilligungsverfahren sicherzustellen, muss die Herleitung des Kostenteilers zwingend nach PV, §§ 7-10 erfolgen. Gemäss § 20 (Kostenverteiler; Beitragsplan), Abs. 2 ist der Beitragsplan sehr wichtig."

Der Kostenverteiler für den Entlastungskanal wurde in einem separaten Bericht gemäss Perimeterverfahren erarbeitet.

8.2 Kostenvoranschlag

Der nachfolgende Kostenvoranschlag basiert auf einem approximativen Vorausmass und hat zum Zeitpunkt des vorliegenden Bauprojekts eine Genauigkeit von $\pm 10\%$. Die eingesetzten Einheitspreise basieren auf ortsüblichen Ansätzen.

Auf Wunsch der Bauherrschaft wurden die Synergieeffekte mit den Werken Dritter (CKW, Wasser und Fernwärme) bei den Gemeindekosten in Abzug gebracht. Sollten Werke Projektanpassungen vornehmen oder ihr Projekt komplett streichen, können höhere Baumeisterkosten für die Gemeinde anfallen.

Der Kostenvoranschlag basiert auf folgenden Annahmen. Abweichende bauliche Arbeiten oder Projektanpassungen können zu Mehrkosten führen.

- Normal baggerbarer Baugrund



Seite 24

- Erstellung der Kanalisation Schmutzwasser als Einzelgraben ohne Beteiligung anderer Werke
- Fundationsersatz
- Seitliche Bepflanzungen und Randabschlüsse Hinterkante Trottoir werden nicht tangiert bzw. ersetzt

Im Kostenvorschlag sind Objekte berücksichtigt.

- Sanierung Friedmattstrasse
- Entlastungskanal Sauberwasser
- Kanalisation Schmutzwasser



	Sanierung Friedmattstrasse	Entlastungskanal Sauberwasser	Kanalisation Schmutzwasser	Erstellungskosten
Grundstück	158'000.-	0.-	0.-	158'000.-
Erwerb Grund und Rechte	128'000.-	0.-	0.-	128'000.-
Mutation	30'000.-	0.-	0.-	30'000.-
Baumeister	781'500.-	1'451'800.-	175'100.-	2'408'400.-
Regie, Installation, Prüfungen	83'800.-	155'600.-	18'800.-	258'200.-
Werkleitungsbau	26'900.-	0.-	0.-	26'900.-
Kanalisation	57'000.-	1'104'400.-	122'700.-	1'284'100.-
Strassenbau	613'800.-	191'800.-	33'600.-	839'200.-
Ausrüstung	115'800.-	0.-	25'000.-	140'800.-
Kanalsanierung	0.-	0.-	25'000.-	25'000.-
Beleuchtung	50'000.-	0.-	0.-	50'000.-
Markierung und Signalisation	5'800.-	0.-	0.-	5'800.-
Gärtnerarbeiten	60'000.-	0.-	0.-	60'000.-
Übrige Kosten	152'000.-	186'000.-	33'000.-	371'000.-
Planungshonorar Ausführung	80'000.-	146'000.-	21'000.-	247'000.-
Planungshonorar Landschaftsarchitekt	5'000.-	0.-	0.-	5'000.-
Nachführung Leitungskataster	2'000.-	5'000.-	5'000.-	12'000.-
Grenzpunktrekonstruktion	30'000.-	5'000.-	0.-	35'000.-
Bewilligungen, Entschädigungen	5'000.-	5'000.-	2'000.-	12'000.-
Unvorhergesehenes, Teuerung, Reserve	30'000.-	25'000.-	5'000.-	60'000.-
Total exkl. MWST	1'207'300.-	1'637'800.-	233'100.-	3'078'200.-
MWST	97'791.-	132'662.-	18'881.-	249'334.-
Rundung	4'909.-	-462.-	-1'981.-	2'466.-
Total inkl. MWST	1'310'000.-	1'770'000.-	250'000.-	3'330'000.-
erwartete Kostenbeteiligung durch Kanton Luzern				740'000.-



Anhang 1 Dimensionierung Strassenaufbau

Dimensionierung Oberbau Strasse

Unterbau und Oberbau nach SN 40 324

Durchschnittlicher täglicher Verkehr	DTV _{heute} =	2'500 Fz/Tag	
Lastwagenanteil		4 %	
Verkehrszunahme		2 %	
Gebrauchsdauer		20 Jahre	
Anzahl Fahrstreifen		2	0.5
Oberbauart		flexibler, halbstarr	1.3
Strassentyp		Hauptverkehrsstrassen	
Durchschnittlicher täglicher Verkehr	DTV _{künftig} =	3'715 Fz/Tag	
Tägliche äquivalente Verkehrslast / Fahrstreifen	TF =	79 Ln/Tag	
Verkehrslastklasse		T2	leicht
Tragfähigkeitsmessung des Unterbaus	ME1 =	16 MN/m ²	
Tragfähigkeitsklasse		S2	mittlere Tragfähigkeit
Bodenart des Unterbaus		SC-SM - siltiger bis toniger Sand	
Frostempfindlichkeitsklasse		G3	mittel
Tiefe Grundwasserspiegel	N =	3.00 m	
Hydrogeologische Bedingungen		günstig	N > 1.40 m
Nachweis nach		Tragfähigkeit und Frost	

Dimensionierung Tragfähigkeit

Oberbautyp		Typ 1	
Erforderlicher Strukturwert	S _{Nerf} =	73	

Oberbauschicht	Material	Typ	Tragfähigkeitswert	Dicke [cm]	Strukturwert
Deckschicht	AC		4.00	3.5	14.00
Binderschicht	AC B		4.00		
Tragschicht	AC T		4.00	9.5	38.00
Fundationsschicht	Kiessand gebrochen		1.25	50.0	62.50
Oberbauschicht Grenzdicke	Asphaltschicht(en)	10.0 cm		13.0	
	Ungebundenes Gemisch	35.0 cm		50.0	
				63.0	114.50

Dimensionierung Frost

Meereshöhe	H =	515 m. ü. M.	
Frostindex der Luft	FI =	295 °C Tag	
Tägliche Besonnung		schwach	
Strahlungsindex	RI =	40 °C Tag	
Ständige Schneebedeckung der Strasse		nein	
Frostindex der Strasse	FIS =	255 °C Tag	
Kritischer Frostindex	FIS* =	200 °C Tag	
Frostdimensionierung		erforderlich	FIS > FIS*
Oberbaudicke	ds =	63.0 cm	
Frostdimensionierungsfaktor	f =	0.45	
Mittlere Frosteintrittstiefe	X30 =	122.0 cm	
Erforderliche Oberbaudicke		54.9 cm	ds ≥ f · X30
Anpassung Oberbaudicke		keine	



Anhang 2 Variantenstudium Hochwasserschutzkonzept

In der Hydrologiestudie und im Hochwasserschutzkonzept soll der Feldbach in den Dorf- / Sagibach und später in den Moos- / Ränzligebach umgeleitet werden. Auf der Höhe der Badi soll ein Trennbauwerk errichtet werden. 1.2 m³/s soll im ursprünglichen Bach belassen werden und der Rest des Wassers wird in die nördlich liegende Kiesgrube geführt und dort versickert. Die Abwassermenge HQ₁₀₀ kann in der bestehenden Leitung auf 0.18 m³/s reduziert werden.

Im Hochwasserkonzept Gemeinde Reiden aus dem Jahre 2012 soll der Feldbach mit einem Hochwasserrückhaltebecken im Gebiet Oberfeld ausgestaltet werden. Das Volumen soll 9'000 m³ betragen, um das 100-jährige Hochwasser zu dämpfen. Die Abflussmenge wird so auf 0.2 m³/s reduziert.

Am 02.06.2020 fand eine Besprechung zwischen der Gemeinde Reiden, dem Kanton Luzern und den Planern statt. Eine Entscheidung wurde nicht getroffen. Eine Umleitung des Feldbachs in die bestehende Kiesgrube wird bei den Eigentümern auf grossen Widerstand stossen und schwer umsetzbar sein. Daher wird der Feldbach wie bis anhin mit der gleichen Linienführung abgeleitet werden. Abschliessend soll der Gemeinderat über den Hochwasserschutz in der Gemeinde Reiden befinden.

Studie Feldbach (2021)

Im Jahr 2021 wurde im Rahmen einer konzeptionellen Studie die notwendigen Leitungsdurchmesser der eingedolten Bachleitung des Feldbachs im Siedlungsgebiet der Gemeinde Reiden quantifiziert. Es wurden verschiedene Regen- und Hochwasserereignisse untersucht und gegenübergestellt. Im IST-Zustand sind bei einem 100-jährigen Feldbachereignis und einem 10-jährigen Regenereignis im Siedlungsgebiet die Leitungen in der Feldstrasse überlastet. Wasser entlastet über die Schächte und führt zu Oberflächenabfluss. Ebenfalls ist der Rechteckkanal ab der Hochwasserentlastung RE HE1 überlastet. Es ist jedoch mit keiner Entlastung über die Schächte zu rechnen.

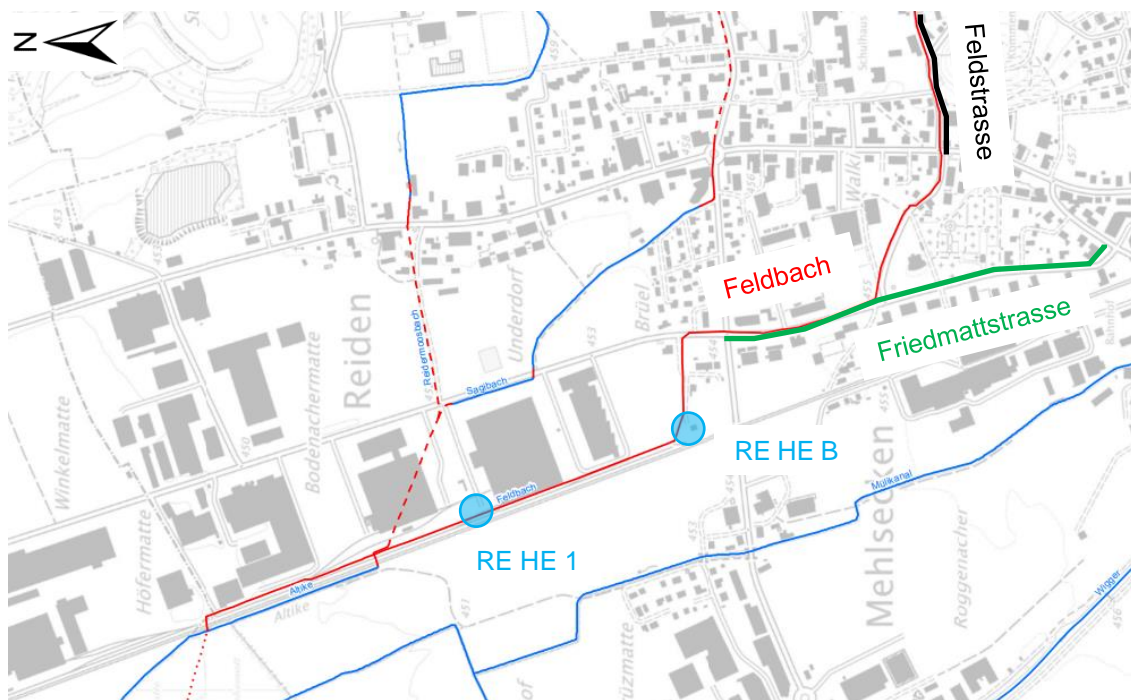


Abbildung 17: Übersicht Feldbach



In einer weiteren Überprüfung wurden die Rohrdurchmesser in der Feldstrasse vergrössert, dass bei gleichem Szenario kein Wasser zu den Schächten austritt. Dies führt dazu, dass die Abflussmenge in den unteren Haltungen zunimmt. Eine Leitungsvergrösserung ist nun ebenfalls zwischen Industriestrasse und Hochwasserentlastung RE HE B notwendig. Der Rechteckkanal ab Hochwasserentlastung RE HE1 ist überlastet. Weiterhin ist mit keiner Entlastung über Schächte in diesem Abschnitt zu rechnen.

In beiden Szenarien sind im Bereich der Friedmattstrasse keine Anpassung der Leitungsdimensionen notwendig. Die hydraulischen Auslastungen können dem Anhang 3 entnommen werden.

Folgende Erkenntnisse ergeben sich aus der Studie Feldbach:

- Der Rechteckkanal ab Hochwasserentlastung ist überlastet. In beiden Szenarien tritt jedoch kein Wasser zu den Schächten aus.
- Eine alternative Ableitung in die Wigger (Stichleitung) entlastet die Rechteckkanäle unmittelbar.
- Werden sämtliche angeschlossene Einzugsgebiete zukünftig konsequent versickert oder retendiert, nimmt die Auslastung dieser Kanäle stark ab.
- Der Einfluss der Bäche (Feldbach oder auch Sertelbach) ist in den ersten Leitungsabschnitten der Bach-Eindolungen ausgeprägt.

Hochwasserschutzkonzept Reiden Ost

Auf den bisherigen Grundlagen wurde die Machbarkeitsstudie erarbeitet und Alternativen durchleuchtet und bewertet, um die Bestvariante zu definieren. Mit einem Hochwasserrückhaltebecken im Gebiet Oberfeld sollen die Abflussspitzen im Siedlungsgebiet reduziert werden. Dadurch kann das bestehende Leitungsnetz und der Entlastungskanal entlastet werden und es ist keine Kalibervergrösserung (Feldbachleitung) ab Friedmattstrasse notwendig.



Anhang 3

Hydraulische Auslastung Feldbach

Hydraulische Auslastung Feldstrasse – Altike, Reiden

Tab. 1: Hydraulische Auslastungen Feldstrasse – Altike mit bestehenden Leitungsdurchmessern

Haltungsbezeichnung	Haltungslänge (m)	Profiltyp	Durchmesser (m)	Gefälle (%)	Max. Auslastung (Omax/Ovoll) in %			PLAN-Szenario ¹ GEP, z = 10a, Feldbach HO ₃₀
					z = 5a, ohne Feldbach	Ist, z = 10a, ohne Feld- bach	Ist, z = 10a, HO ₃₀ Feldbach	
RE1141-RE1140	134.1	Kreisprofil	0.40	20.1	7	9	117	117
RE1140-RE1139	34.9	Kreisprofil	0.40	16.1	18	24	118	116
RE1139-RE1138	60.7	Kreisprofil	0.40	22.4	18	24	102	99
RE1138-RE1137	90.5	Kreisprofil	0.40	22.9	21	28	101	98
RE1137-RE1136	31.0	Kreisprofil	0.40	33.9	21	25	95	81
RE1136-RE1135	25.8	Kreisprofil	0.40	10.1	43	45	175	151
RE1135-RE1134	24.9	Kreisprofil	0.40	45.8	89	92	96	94
RE1134-RE1133	57.3	Kreisprofil	0.50	22.9	71	73	75	74
RE1133-RE1132	31.1	Kreisprofil	0.50	23.5	84	86	88	89
RE1132-RE1131	23.1	Kreisprofil	0.50	25.5	69	72	73	73
RE1131-RE1130	14.2	Kreisprofil	0.50	12.0	101	105	106	106
RE1130-RE1129	39.5	Kreisprofil	0.50	13.4	97	101	102	100
RE1129-RE1128	24.9	Kreisprofil	0.50	23.3	74	76	77	76
RE1128-RE1127	28.1	Kreisprofil	0.60	7.8	80	84	85	81
RE1127-RE1126	10.0	Kreisprofil	0.60	14.1	60	64	65	60
RE1126-RE1125	20.3	Kreisprofil	0.70	20.2	33	35	36	33
RE1125-RE1124	43.3	Kreisprofil	0.70	8.1	53	56	56	52
RE1124-RE1123	43.2	Kreisprofil	0.80	5.8	44	46	47	43
RE1123-RE1122	48.9	Kreisprofil	0.80	5.1	46	49	50	46
RE1122-RE1121	61.3	Kreisprofil	0.80	6.5	41	43	44	41
RE1121-RE1120	13.6	Kreisprofil	0.80	6.6	47	52	53	45
RE1120-RE516	55.0	Kreisprofil	0.80	24.0	25	27	28	24
RE516-RE515	55.3	Kreisprofil	1.00	2.5	42	47	48	40
RE515-RE514	61.0	Kreisprofil	1.00	2.5	43	49	50	42
RE514-RE513	53.7	Kreisprofil	1.00	2.5	44	50	51	43
RE513-RE512	14.1	Kreisprofil	1.00	0.0	56	63	65	53
RE512-RE511	49.5	Kreisprofil	1.00	1.0	67	77	78	63
RE511-RE952	67.1	Kreisprofil	1.00	1.3	66	78	81	55
RE952-RE951	42.9	Kreisprofil	1.00	0.2	70	67	67	39
RE951-RE HE E1	127.7	Rechteckprofil	1.20/1.60	4.7	88	93	93	59
RE HE E1-RE950	201.0	Rechteckprofil	1.18/1.60	5.1	85	91	91	30
RE950-RE HE E	167.0	Rechteckprofil	1.18/1.60	5.0	91	104	104	20
RE HE E-RE949	21.4	Rechteckprofil	1.18/1.60	3.3	107	128	130	22
RE949-RE948	87.5	Rechteckprofil	1.30/1.60	4.5	80	102	101	16
	10.1	Rechteckprofil	1.30/1.60	2.0	122	166	165	24

¹ Sämtliche Einzugsgebiete (inkl. Strassenflächen) retentiert oder versickert. Regenwasserleitung Trennsystem Bifang als separate Leitung modelliert (Einleitung bei KS 952).



Tab. 2: Hydraulische Auslastungen Feldstrasse – Altlike mit optimierten Leitungsdurchmessern

Haltungsbezeichnung	Haltungslänge (m)	Profiltyp	Durchmesser (m)	Gefälle (%)	Max. Auslastung (Qmax/Qvoll) in %			
					z = 5a, ohne Feldbach	z = 10a, ohne Feldbach	z = 10a, HO ₉₅ Feldbach	z = 10a, HO ₁₀₀ Feldbach
RE1141-RE1140	134.1	Kreisprofil	0.60	20.1	3	44	85	95
RE1140-RE1139	34.9	Kreisprofil	0.60	16.1	6	8	54	86
RE1139-RE1138	60.7	Kreisprofil	0.60	22.4	6	8	47	81
RE1138-RE1137	90.5	Kreisprofil	0.60	22.9	7	9	48	81
RE1137-RE1136	31.0	Kreisprofil	0.60	33.9	6	9	39	66
RE1136-RE1135	25.8	Kreisprofil	0.80	10.1	5	7	33	57
RE1135-RE1134	24.9	Kreisprofil	0.60	45.8	33	43	60	66
RE1134-RE1133	57.3	Kreisprofil	0.60	22.9	48	62	85	88
RE1133-RE1132	31.1	Kreisprofil	0.60	23.5	58	75	93	98
RE1132-RE1131	23.1	Kreisprofil	0.60	25.5	48	62	77	80
RE1131-RE1130	14.2	Kreisprofil	0.70	12.0	46	60	74	77
RE1130-RE1129	39.5	Kreisprofil	0.70	13.4	45	58	71	73
RE1129-RE1128	24.9	Kreisprofil	0.70	23.3	34	44	54	56
RE1128-RE1127	28.1	Kreisprofil	0.70	7.8	59	79	93	96
RE1127-RE1126	10.0	Kreisprofil	0.70	14.1	44	60	70	72
RE1126-RE1125	20.3	Kreisprofil	0.70	20.2	37	50	58	60
RE1125-RE1124	43.3	Kreisprofil	0.70	8.1	58	79	92	95
RE1124-RE1123	43.2	Kreisprofil	0.80	5.8	48	65	76	78
RE1123-RE1122	48.9	Kreisprofil	0.80	5.1	50	69	81	83
RE1122-RE1121	61.3	Kreisprofil	0.80	6.5	44	60	72	74
RE1121-RE1120	13.6	Kreisprofil	0.80	6.6	50	69	81	82
RE1120-RE1119	55.0	Kreisprofil	0.80	24.0	26	36	42	43
RE1119-RE1118	55.3	Kreisprofil	1.00	2.5	43	61	73	74
RE1118-RE1117	61.0	Kreisprofil	1.00	2.5	44	64	77	78
RE1117-RE1116	53.7	Kreisprofil	1.00	2.5	46	65	78	79
RE1116-RE1115	14.1	Kreisprofil	1.00	0.0	59	83	99	99
RE1115-RE1114	49.5	Kreisprofil	1.20	1.0	44	61	76	77
RE1114-RE1113	67.1	Kreisprofil	1.20	1.3	51	60	74	73
RE1113-RE1112	42.9	Kreisprofil	1.20	0.2	53	51	64	60
RE1112-RE1111	127.7	Rechteckprofil	1.20/1.60	4.7	87	95	98	98
RE1111-RE1110	201.0	Rechteckprofil	1.18/1.60	5.1	85	93	96	96
RE HE E1-RE950	167.0	Rechteckprofil	1.18/1.60	5.0	90	105	108	108
RE950-RE HE E	21.4	Rechteckprofil	1.18/1.60	3.3	106	130	134	134
RE HE E-RE949	87.5	Rechteckprofil	1.30/1.60	4.5	80	99	101	102
RE949-RE948	10.1	Rechteckprofil	1.30/1.60	2.0	121	170	(225)	178

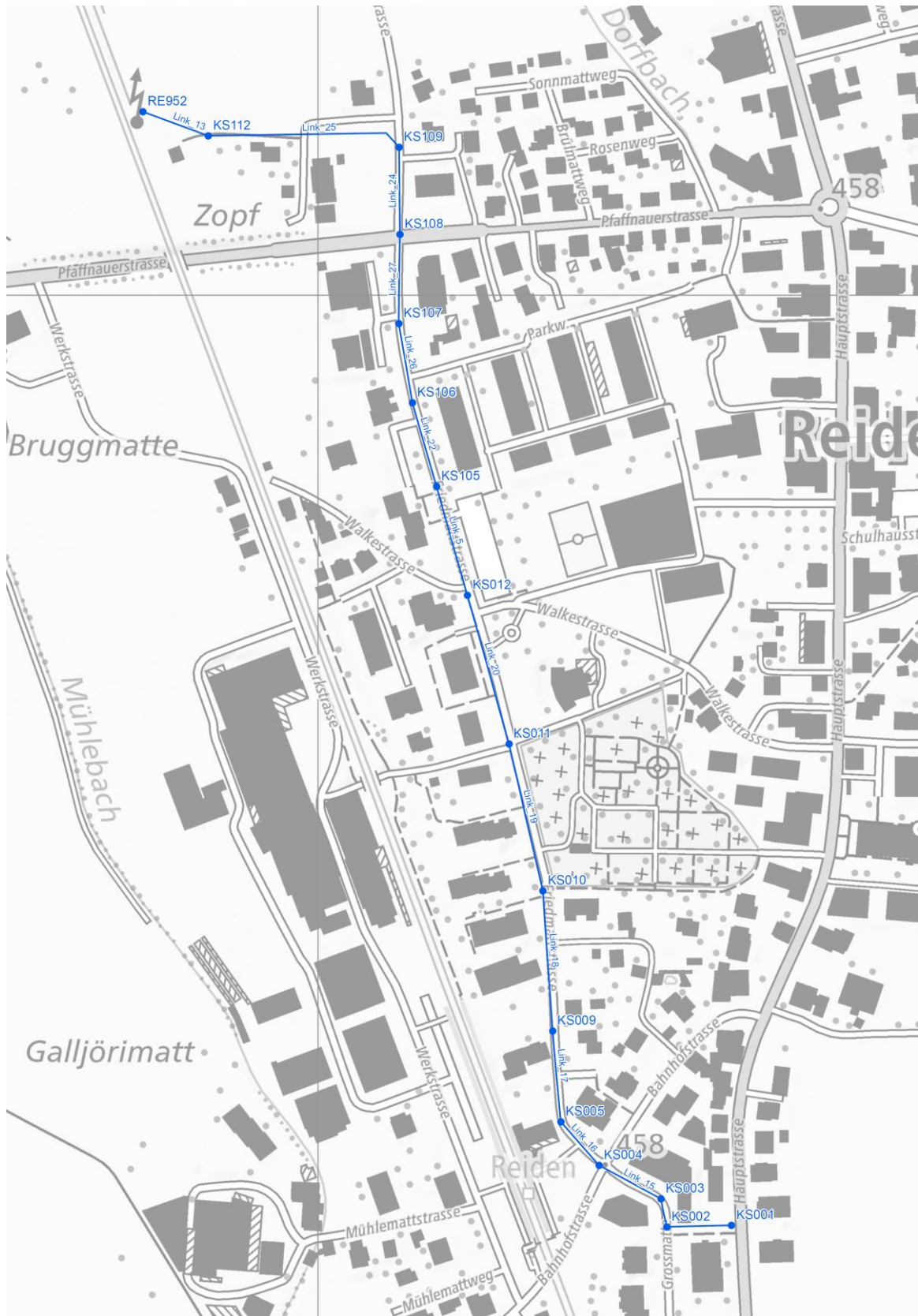
HO₉₅ Feldbach: 0.39 m³/s (Feldbach bei Feldstrasse, aus Hydrologiestudie Scherrer AG, 2018)

HO₁₀₀ Feldbach: 0.8 m³/s (Feldbach bei Feldstrasse, aus Hydrologiestudie Scherrer AG, 2018)



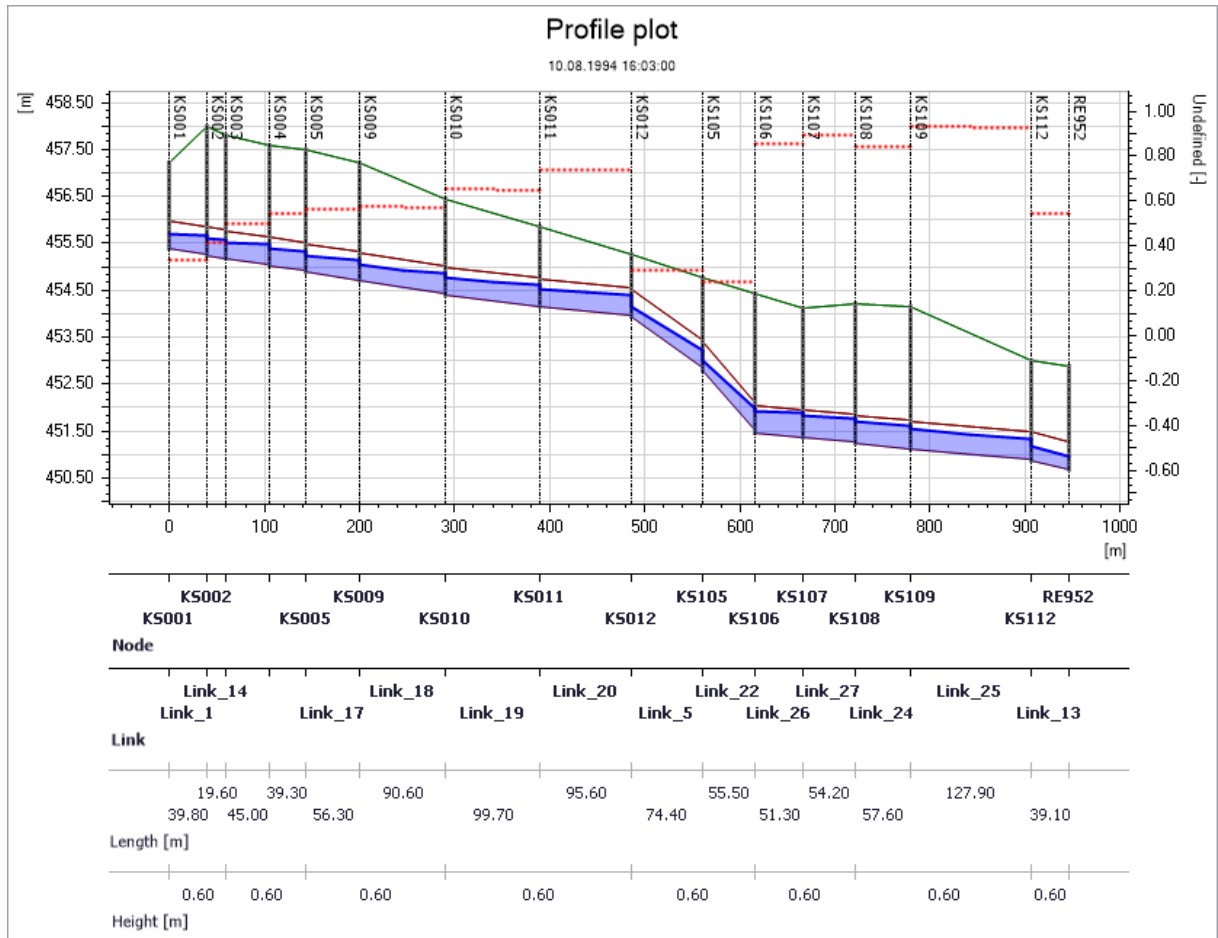
Anhang 4

Hydrodynamische Berechnung Entlastungskanal



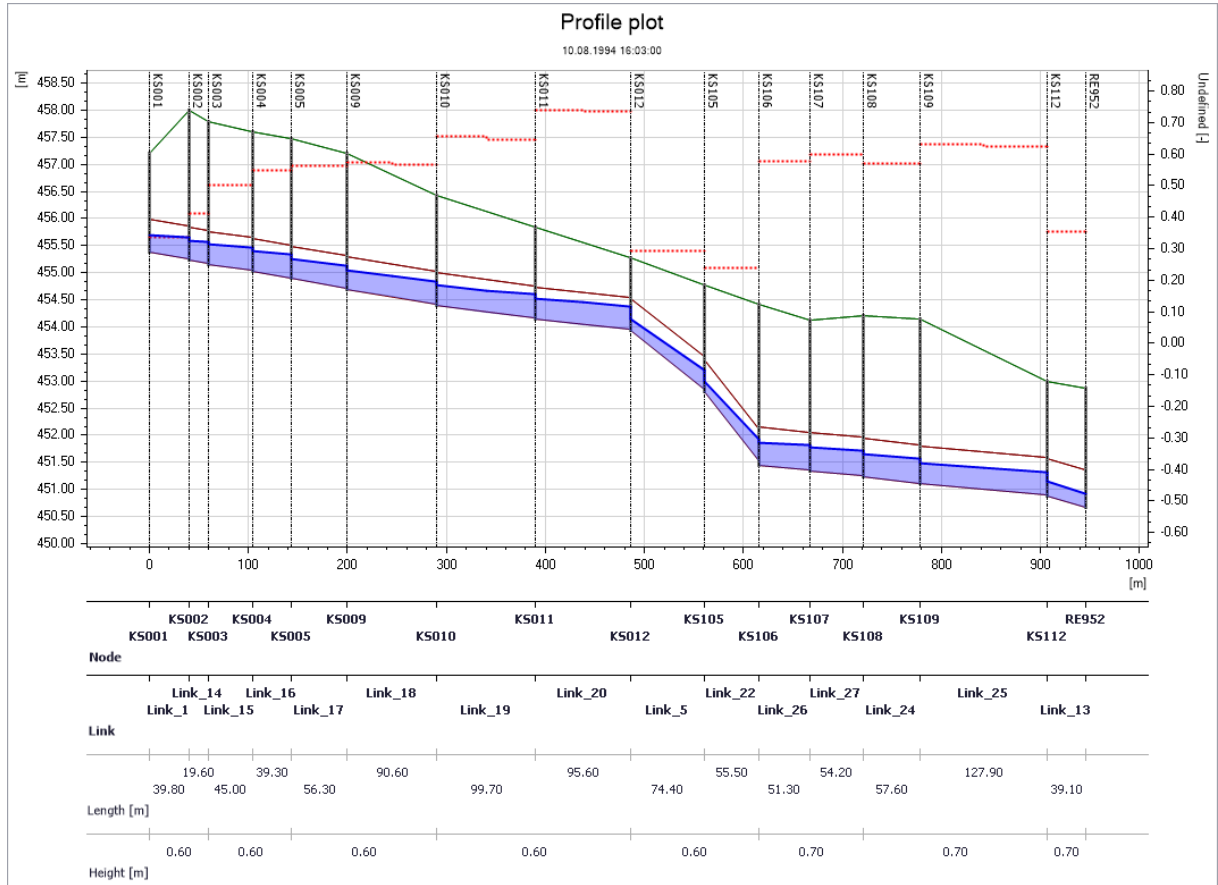


Szenario 1 - 5-jähriges Regenereignis



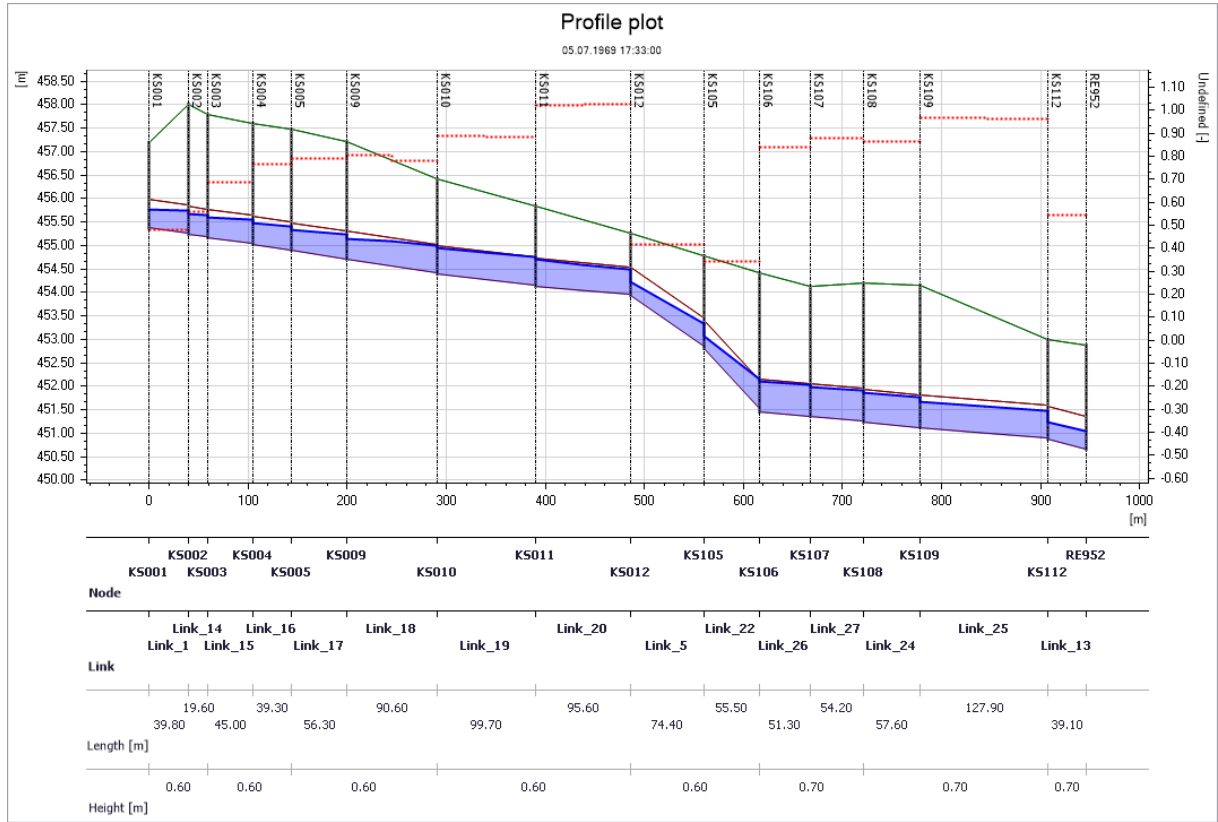


Szenario 2 – 5-jähriges Regenereignis

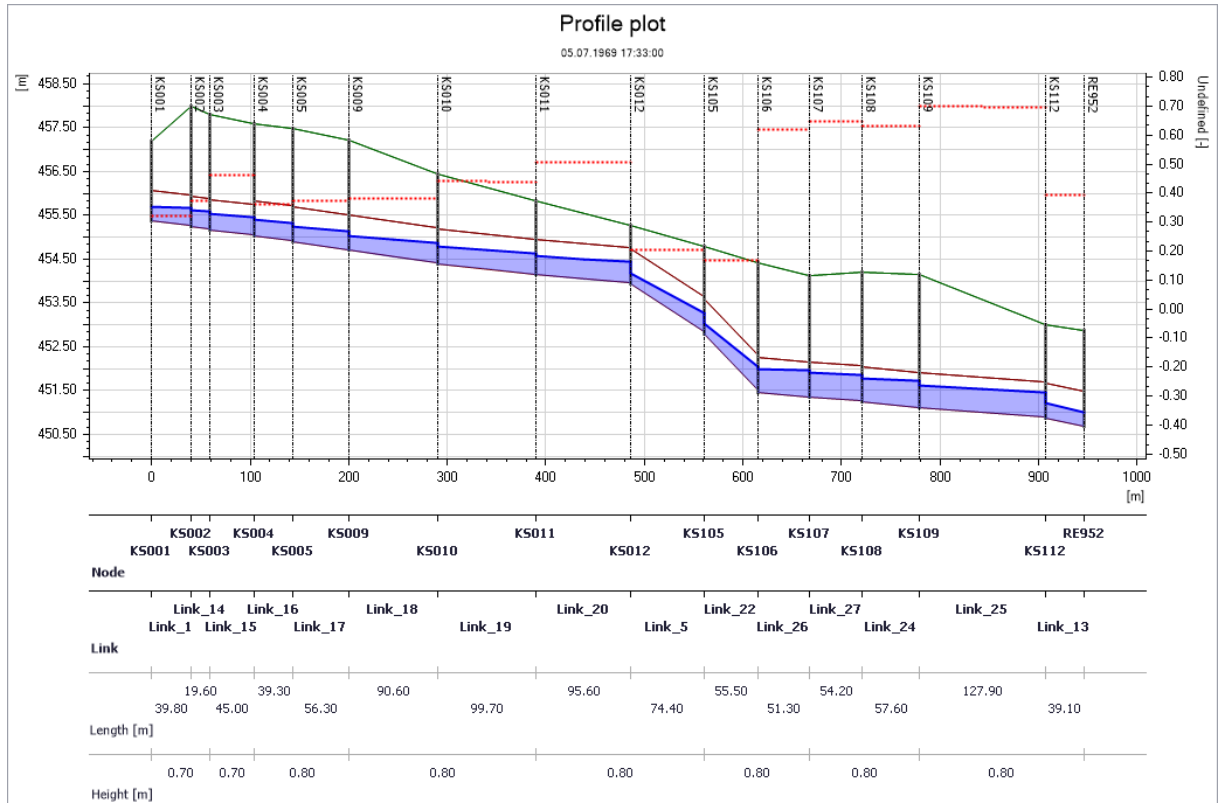




Szenario 3 - 10-jähriges Regenereignis



Szenario 4 – 10-jähriges Regenereignis





Ergebnistabelle

	Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3		Szenario 4	
Leitung	Durchmesser (m)	Auslastung [%]	Durchmesser (m)	Auslastung [%]	Durchmesser (m)	Auslastung [%]	Durchmesser (m)	Auslastung [%]
Link_1	0.60	34	0.60	34	0.60	48	0.70	32
Link_14	0.60	41	0.60	41	0.60	56	0.70	37
Link_15	0.60	50	0.60	50	0.60	69	0.70	46
Link_16	0.60	55	0.60	55	0.60	76	0.80	36
Link_17	0.60	56	0.60	56	0.60	79	0.80	37
Link_18	0.60	57	0.60	57	0.60	80	0.80	38
Link_19	0.60	66	0.60	66	0.60	89	0.80	44
Link_20	0.60	74	0.60	74	0.60	102	0.80	51
Link_5	0.60	29	0.60	29	0.60	42	0.80	20
Link_22	0.60	24	0.60	24	0.60	34	0.80	17
Link_26	0.60	86	0.70	58	0.70	84	0.80	62
Link_27	0.60	89	0.70	60	0.70	88	0.80	65
Link_24	0.60	84	0.70	57	0.70	86	0.80	63
Link_25	0.60	93	0.70	63	0.70	97	0.80	70
Link_13	0.60	55	0.70	35	0.70	54	0.80	39



Anhang 5

Statische Dimensionierung Beton-Rohre

Statischer Nachweis Profil 4		DN	800 mm	Überdeckung	0.84 m	LKW befahrbar
Vordimensionierung				Tragsicherheitsnachweis	99.8	kN/m erfüllt
Technische Kennwerte Betonrohr		CENTUB		Gebrauchstauglichkeit	-3.89	N/mm ² erfüllt
Nennweite	DN	800	mm	Programm kreisrund		
Wandstärke Scheitel	S	95	mm			
Wandstärke Kämpfer	S	95	mm			
Sohlenstärke	T	95	mm	FK	165	
Aussendurchmesser	OD	990	mm			
Aussenhöhe	OD _H	990	mm			
Mittlerer Durchmesser	D _m	895	mm	"=C4+C5 ?"		
Mittlerer Rohrradius	R _m	447.5	mm	447.5	Sohlbereich	
Rohrquerschnittsfläche	A _R	0.77	m ²	0.12	Korrektur	
Rohrgewicht	G	6.54	kN/m	2.74	Korrektur 6.61 kN/m ²	
Spezifisches Gewicht Beton	g _B	24.5	kN/m ³			

250

Einbaubedingen

Höhe Rohrscheitel bis Terrain	H	0.84	m
Höhe Grundwasserspiegel bis Terrain	h		m
Höhe Rohrscheitel bis Grundwasserspiegel	h'		m
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle aussen	h _{wa}		m
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel aussen	h _{pa}		m
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle innen	h _{wi}		m
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel innen	h _{pi}		m
Grabenart	<input checked="" type="radio"/> U-Graben <input type="radio"/> V-Graben 3:1 <input type="radio"/> V-Graben 2:1 <input type="radio"/> V-Graben 1:1 <input type="radio"/> U/V-Graben		
Anzahl Leitungen im gleichen Graben	<input checked="" type="radio"/> Eine Leitung im gleichen Graben <input type="radio"/> Zwei Leitungen im gleichen Graben <input type="radio"/> Mehrere Leitungen im gleichen Graben		
Grabensicherung	<input checked="" type="radio"/> Horizontale Spriessung <input type="radio"/> Vertikale Spriessung <input type="radio"/> Verbauplatten <input type="radio"/> Eingebundene Spriessung (Spundwand)		
Auffüllung der Leitungszone	<input type="radio"/> Ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input checked="" type="radio"/> Mit Nachweis der Proktordichte von > 90 %, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input type="radio"/> Mit oder ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung erst nach der Grabenfüllung nachgezogen		

Mechanische Bodenkennwerte

Mechanische Bodenkennwerte		DN	800 mm	Überdeckung	0.84 m	LKW befahrbar
Bodenart	<input type="radio"/> Nicht bindiger Boden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindiger Boden <input type="radio"/> Bindiger Boden					44
Raumgewicht erdfeucht	γ _E	20.0	kN/m ³			
Raumgewicht unter Auftrieb	γ' _E		kN/m ³			
Innerer Reibungswinkel	φ	30	°			
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	92	%			
Verformungsmodul	E _B	4.00	N/mm ²	Wert muss auf der Baustelle überprüft werden		

Erdlasten bei Dammbedingung

Rohr auf unnachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Fels <input type="radio"/> Bewehrte Bodenplatte					
Rohr auf gewöhnlichem Boden	<input type="radio"/> Hart gelagerte Böden <input type="radio"/> Nicht bindige Böden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindige Böden					
Rohr auf nachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Bindige Mischböden und Silt <input type="radio"/> Bindige Böden, ausgenommen Silt					
Ausladungsziffer	C ₃	0.25		Ausladungsziffer		(gewählt)
Setzungsdurchbiegungsziffer	C ₂	0.65				(gewählt)
Ausladungszahl	C ₁	0.16				
Laststeigerung über dem Rohr	λ _{max}	1.305				
Erdlast über Rohrscheitel	q _{S1}	21.9	kN/m ²			

Auflasten

Veränderliche Auflasten	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehrslasten <input type="radio"/> Bahnverkehrslasten <input type="radio"/> Oberflächenlasten					
-------------------------	--	--	--	--	--	--

		☐ Andere Lasten	
Kein Strassenverkehr		x = kein Strassenverkehr	
Strassenverkehrslast			
Strassenart	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehr mit Schwerverkehr, Breite > 6 m <input type="radio"/> Strassenverkehr ohne Schwerverkehr, Breite < 6 m		
Gesamte Strassenverkehrslast	$q'_{S2,G}$	120.7 kN/m ²	Last 120.7 kN/m ²
Einzelne Radlast	$q'_{S2,R}$	66.5 kN/m ²	Last 66.5 kN/m ²
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q'_{S2,F}$	54.2 kN/m ²	
Beiwert	α	0.90	Beiwert 0.90 (gewählt)
Stosszuschlag	ψ	1.00	Stosszuschlag 1.00 (gewählt)
Gesamte Strassenverkehrslast	q_{S2}	108.6 kN/m²	
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	59.8 kN/m ²	
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	48.8 kN/m ²	
Bahnverkehrslast			
		DN 800 mm	Überdeckung 0.84 m LKW befahrbar
Bahnlasten nach Norm SIA 190	<input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 eingeleisig <input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 mehrgeleisig		86
Alternative Bahnlastannahmen	<input type="radio"/> Bahnverkehr eingeleisig <input checked="" type="radio"/> Bahnverkehr zweigeleisig a = 4 m <input type="radio"/> Bahnverkehr zweigeleisig a = 3 m <input type="radio"/> Bahnverkehr dreigeleisig a = 3 m		
	<input checked="" type="radio"/> Normalspur <input type="radio"/> Schmalspur		
Gesamte Bahnverkehrslasten	q'_{S2}	kN/m ²	
Beiwert	α		
Dynamischer Beiwert	ψ		
Gesamte Bahnverkehrslasten	q_{S2}	kN/m ²	
Oberflächenlasten			
Länge der Oberflächenlast	l_a	0.40 m	
Breite der Oberflächenlast	b_a	0.40 m	
Oberflächenlast	q_0	0.0 kN/m ²	kN
Beiwert	A_1		
Gesamte Oberflächenlast	q_{S3}	kN/m ²	
Andere Lasten			
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q'_{S4}	kN/m ²	
Beiwert	α		
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q_{S4}	kN/m ²	
Tragsicherheitsnachweis			
		DN 800 mm	Überdeckung 0.84 m LKW befahrbar
Lastvergrößerungsfaktor	f_d	1.106	"=C8/+C10 ?" 112
Lastbeiwert für Erdlasten	$\gamma_{G,sup}$	1.350	
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	γ_Q	1.500	
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	γ_Q		
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	$\gamma_{G,sup}$		
Lastbeiwert für andere Lasten	γ_Q		
Linienlast für Erdlasten	q_{SE}	32.4 kN/m	
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	$q_{SV,S}$	178.4 kN/m	108.6 x 1.106 x 1.5 x 990 / 1000
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	$q_{SV,B}$	kN/m	
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	q_{SO}	kN/m	
Lastbeiwert für andere Lasten	q_{SA}	kN/m	
Bemessungswert der Beanspruchung	q^*_{ds}	210.8 kN/m	Einbauprofil 4 x reduz.
Einbauziffer	ZE	7.000	Einbauziffer 7.000 (neu)
Widerstandsbeiwert	γ_R	1.200	Einbauziffer gewählt (z.B. 1.75 MA)
Scheiteldruck-Bruchlast	q_{Br}	53.3 kN/m	q_{Br} 53.3 kN/m (gewählt)
Reduzierter Tragwiderstand	q^*_{R}	310.6 kN/m	
Nachweis $q^*_{ds} \leq q^*_{R}$	Erfüllt		Reserve 99.8 kN/m
Gebrauchstauglichkeitsnachweis			
		DN 800 mm	Überdeckung 0.84 m LKW befahrbar
Erdlast über Rohrscheitel	q_{S1}	21.9 kN/m ²	131
Gesamte Strassenverkehrslast	q_{S2}	108.6 kN/m ²	
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	59.8 kN/m ²	0.00 (gewählt)
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	48.8 kN/m ²	"=C132-C133"
Gesamte Bahnverkehrslasten	q_{S2}	0.0 kN/m ²	
Oberflächenlast	q_{S3}	0.0 kN/m ²	
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q_{S4}	0.0 kN/m ²	

Gesamte vertikale Lasten	q_{serv}	130.5 kN/m ²	s.K156
Erddruckbeiwert	K	0.50	Erddruckbeiwert 0.80 0.50 (gewählt)
Korrekturfaktor infolge geringer Überdeckung	f_a	0.253	0.253 Profil 1 f_a 0.253 (Profil 4 inkl. seitl. Bet)
Gesamte horizontale Lasten	q_{serH}	17.0 kN/m ²	42.9 Profil 1 42.9 kN/m ²
Innerer Wasserdruck	p_i	0.0 kN/m ²	
Äusserer Wasserdruck	p_a	0.0 kN/m ²	

Schnittkräfte		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Wandstärke	S/T	0.095	0.095	0.095	m
Fläche	A	0.095	0.095	0.095	m ² /m
Widerstandsmoment	W	0.00150	0.00150	0.00150	m ³ /m
Korrekturfaktor innen	a_{ki}	1.071	1.071	1.071	
Korrekturfaktor aussen	a_{ka}	0.929	0.929	0.929	

Biegemomente	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			m	M	m	M	m	M	
Infolge Eigengewicht	10	M_G	0.5000	0.23	-0.5708	-0.27	1.5000	0.70	kNm/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	M_{qV}	0.2800	8.10	-0.2600	-7.52	0.4700	13.59	kNm/m
Sohlpressung	18-20	$p_u \cdot r^2$	-0.0494	-1.50	0.0567	1.72	-0.3372	-10.24	kNm/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	M_{qH}	-0.2500	-0.94	0.2500	0.94	-0.2500	-0.94	kNm/m
horizontale Gleichlast	22-25		-0.0060	0.12	0.0020	-0.04	-0.0020	0.04	kNm/m
Infolge innere Wasserfüllung		M_{wi}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge innerer Wasserdruck		M_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		M_{wa}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck		M_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Momente		ΣM		6.01		-5.16		3.14	kNm/m

Normalkräfte	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			n	N	n	N	n	N	
Infolge Eigengewicht	10	N_G	-0.5000	-0.52	1.5708	1.64	0.5000	0.52	kN/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	N_{qV}	-0.0600	-3.88	0.8500	54.92	0.0600	3.88	kN/m
Sohlpressung	18-20		0.1061	7.20	0.0000	0.00	-0.1061	-7.20	kN/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	N_{qH}	1.0000	51.69	0.0000	0.00	1.0000	51.69	kN/m
horizontale Gleichlast	22-25		0.4000	-17.31	0.0000	0.00	0.0300	-1.30	kN/m
Infolge innere Wasserfüllung		N_{wi}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge innerer Wasserdruck		N_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		N_{wa}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck		N_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Normalkräfte		ΣN	1	37.18	1	56.55	1	47.59	kN/m

DN 800 mm Überdeckung 0.84 m LKW befahrbar

Ringbiegezugspannungen Profil 4 (1)		Scheitel		Kämpfer		Sohle		176
Ringbiegezugspannungen aussen	$\sigma_{Rbz,a}$		4.10		-2.59		2.44	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis aussen $\sigma_{Rbz,a} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	
Ringbiegezugspannungen innen	$\sigma_{Rbz,i}$		-3.89		4.27		-1.74	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis innen $\sigma_{Rbz,i} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	

Auftriebssicherheit

Wasserdruck	q_A	kN/m ²
Bemessungswert für Wasserdruck	q_{da}	kN/m ²
Rohrlast	q_G	kN/m ²
Erdlast	q_E	kN/m ²
Widerstand gegen Auftrieb	q_{Ra}	kN/m ²
Nachweis $q_{da} \leq q_{Ra}$		

Schnittkräfte

Es gelten folgende Regeln:

- Positives Biegemoment (+) M ergibt Zug auf der Rohrinseite
- Negatives Biegemoment (-) M ergibt Zug auf der Rohraussenseite
- Positive Normalkraft (+) N ergibt Druck
- Negative Normalkraft (-) N ergibt Zug
- Positive Ringbiegezugspannung (+) σ ergibt Druck
- Negative Ringbiegezugspannung (-) σ ergibt Zug

Statischer Nachweis Profil 3		DN	800 mm	Überdeckung	1.1 m	LKW befahrbar
Vordimensionierung				Tragsicherheitsnachweis	89.0	kN/m erfüllt
Technische Kennwerte Betonrohr		CENTUB		Gebrauchstauglichkeit	-3.70	N/mm ² erfüllt
Nennweite	DN	800	mm	Programm kreisrund		
Wandstärke Scheitel	S	95	mm			
Wandstärke Kämpfer	S	95	mm			
Sohlenstärke	T	95	mm	FK	165	
Aussendurchmesser	OD	990	mm			
Aussenhöhe	OD _H	990	mm			
Mittlerer Durchmesser	D _m	895	mm	"=C4+C5 ?"		
Mittlerer Rohrradius	R _m	447.5	mm	447.5	Sohlbereich	
Rohrquerschnittsfläche	A _R	0.77	m ²	0.12	Korrektur	
Rohrgewicht	G	6.54	kN/m	2.74	Korrektur 6.61 kN/m ²	
Spezifisches Gewicht Beton	g _B	24.5	kN/m ³			

250

Einbaubedingen

Höhe Rohrscheitel bis Terrain	H	1.10	m			
Höhe Grundwasserspiegel bis Terrain	h		m			
Höhe Rohrscheitel bis Grundwasserspiegel	h'		m			
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle aussen	h _{wa}		m			
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel aussen	h _{pa}		m			
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle innen	h _{wi}		m			
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel innen	h _{pi}		m			
Grabenart	<input checked="" type="radio"/> U-Graben <input type="radio"/> V-Graben 3:1 <input type="radio"/> V-Graben 2:1 <input type="radio"/> V-Graben 1:1 <input type="radio"/> U/V-Graben					
Anzahl Leitungen im gleichen Graben	<input checked="" type="radio"/> Eine Leitung im gleichen Graben <input type="radio"/> Zwei Leitungen im gleichen Graben <input type="radio"/> Mehrere Leitungen im gleichen Graben					
Grabensicherung	<input checked="" type="radio"/> Horizontale Spriessung <input type="radio"/> Vertikale Spriessung <input type="radio"/> Verbauplatten <input type="radio"/> Eingebundene Spriessung (Spundwand)					
Auffüllung der Leitungszone	<input type="radio"/> Ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input checked="" type="radio"/> Mit Nachweis der Proktordichte von > 90 %, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input type="radio"/> Mit oder ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung erst nach der Grabenfüllung nachgezogen					

Mechanische Bodenkennwerte		DN	800 mm	Überdeckung	1.1 m	LKW befahrbar
Bodenart	<input type="radio"/> Nicht bindiger Boden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindiger Boden <input type="radio"/> Bindiger Boden					44
Raumgewicht erdfeucht	γ _E	20.0	kN/m ³			
Raumgewicht unter Auftrieb	γ' _E		kN/m ³			
Innerer Reibungswinkel	φ	30	°			
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	92	%			
Verformungsmodul	E _B	4.00	N/mm ²	<i>Wert muss auf der Baustelle überprüft werden</i>		

Erdlasten bei Dammbedingung

Rohr auf unnachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Fels <input type="radio"/> Bewehrte Bodenplatte					
Rohr auf gewöhnlichem Boden	<input type="radio"/> Hart gelagerte Böden <input type="radio"/> Nicht bindige Böden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindige Böden					
Rohr auf nachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Bindige Mischböden und Silt <input type="radio"/> Bindige Böden, ausgenommen Silt					
Ausladungsziffer	C ₃	0.25		Ausladungsziffer		(gewählt)
Setzungsdurchbiegungsziffer	C ₂	0.65				(gewählt)
Ausladungszahl	C ₁	0.16				
Laststeigerung über dem Rohr	λ _{max}	1.305				
Erdlast über Rohrscheitel	q _{S1}	28.7	kN/m²			

Auflasten

Veränderliche Auflasten	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehrslasten <input type="radio"/> Bahnverkehrslasten <input type="radio"/> Oberflächenlasten					
-------------------------	--	--	--	--	--	--

☐ Andere Lasten					
Kein Strassenverkehr					
x = kein Strassenverkehr					
Strassenverkehrslast					
Strassenart	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehr mit Schwerverkehr, Breite > 6 m <input type="radio"/> Strassenverkehr ohne Schwerverkehr, Breite < 6 m				
Gesamte Strassenverkehrslast	$q'_{S2,G}$	91.2	kN/m ²	Last	91.2 kN/m ²
Einzelne Radlast	$q'_{S2,R}$	38.9	kN/m ²	Last	38.9 kN/m ²
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q'_{S2,F}$	52.4	kN/m ²		
Beiwert	α	0.90		Beiwert	0.90 (gewählt)
Stosszuschlag	ψ	1.00		Stosszuschlag	1.00 (gewählt)
Gesamte Strassenverkehrslast	q_{S2}	82.1	kN/m²		
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	35.0	kN/m ²		
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	47.1	kN/m ²		
Bahnverkehrslast					
DN 800 mm Überdeckung 1.1 m LKW befahrbar					
Bahnlasten nach Norm SIA 190	<input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 eingeleisig <input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 mehrgeleisig <input type="radio"/> Bahnverkehr eingeleisig <input checked="" type="radio"/> Bahnverkehr zweigeleisig a = 4 m <input type="radio"/> Bahnverkehr zweigeleisig a = 3 m <input type="radio"/> Bahnverkehr dreigeleisig a = 3 m				
Alternative Bahnlastannahmen					
Bahnverkehrsart	<input checked="" type="radio"/> Normalspur <input type="radio"/> Schmalspur				
Gesamte Bahnverkehrslasten	q'_{S2}		kN/m ²		
Beiwert	α				
Dynamischer Beiwert	ψ				
Gesamte Bahnverkehrslasten	q_{S2}		kN/m ²		
Oberflächenlasten					
Länge der Oberflächenlast	l_a	0.40	m		
Breite der Oberflächenlast	b_a	0.40	m		
Oberflächenlast	q_0	0.0	kN/m ²		kN
Beiwert	A_1				
Gesamte Oberflächenlast	q_{S3}		kN/m ²		
Andere Lasten					
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q'_{S4}		kN/m ²		
Beiwert	α				
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q_{S4}		kN/m ²		
Tragsicherheitsnachweis					
DN 800 mm Überdeckung 1.1 m LKW befahrbar					
Lastvergrößerungsfaktor	f_d	1.106		"=C8/+C10 ?"	112
Lastbeiwert für Erdlasten	$\gamma_{G,sup}$	1.350			
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	γ_Q	1.500			
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	γ_Q				
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	$\gamma_{G,sup}$				
Lastbeiwert für andere Lasten	γ_Q				
Linienlast für Erdlasten	q_{SE}	42.4	kN/m		
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	$q_{SV,S}$	134.9	kN/m	82.1 x 1.106 x 1.5 x 990 / 1000	
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	$q_{SV,B}$		kN/m		
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	q_{SO}		kN/m		
Lastbeiwert für andere Lasten	q_{SA}		kN/m		
Bemessungswert der Beanspruchung	q^*_{ds}	177.3	kN/m	Einbauprofil 3	x reduz.
Einbauziffer	ZE	6.000		Einbauziffer 6.000	(neu)
Widerstandsbeiwert	γ_R	1.200		Einbauziffer	gewählt (z.B. 1.75 MA)
Scheiteldruck-Bruchlast	q_{Br}	53.3	kN/m	q_{Br}	53.3 kN/m (gewählt)
Reduzierter Tragwiderstand	q^*_R	266.3	kN/m		
Nachweis $q^*_{ds} \leq q^*_R$		Erfüllt		Reserve	89.0 kN/m
Gebrauchstauglichkeitsnachweis					
DN 800 mm Überdeckung 1.1 m LKW befahrbar					
Erdlast über Rohrscheitel	q_{S1}	28.7	kN/m ²		131
Gesamte Strassenverkehrslast	q_{S2}	82.1	kN/m ²		
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	35.0	kN/m ²	0.00	(gewählt)
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	47.1	kN/m ²	"=C132-C133"	
Gesamte Bahnverkehrslasten	q_{S2}	0.0	kN/m ²		
Oberflächenlast	q_{S3}	0.0	kN/m ²		
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q_{S4}	0.0	kN/m ²		

Gesamte vertikale Lasten	q_{serv}	110.8 kN/m ²	s.K156
Erddruckbeiwert	K	0.50	Erddruckbeiwert 0.75 0.50 (gewählt)
Korrekturfaktor infolge geringer Überdeckung	f_a	0.515	0.515 Profil 1 f_a 0.515 (Profil 3 inkl. seitr. Bet)
Gesamte horizontale Lasten	q_{serH}	21.1 kN/m ²	46.9 Profil 1 46.9 kN/m ²
Innerer Wasserdruck	p_i	0.0 kN/m ²	
Äusserer Wasserdruck	p_a	0.0 kN/m ²	

Schnittkräfte		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Wandstärke	S/T	0.095	0.095	0.095	m
Fläche	A	0.095	0.095	0.095	m ² /m
Widerstandsmoment	W	0.00150	0.00150	0.00150	m ³ /m
Korrekturfaktor innen	a_{ki}	1.071	1.071	1.071	
Korrekturfaktor aussen	a_{ka}	0.929	0.929	0.929	

Biegemomente	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			m	M	m	M	m	M	
Infolge Eigengewicht	10	M_G	0.5000	0.23	-0.5708	-0.27	0.5000	0.70	kNm/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	M_{qV}	0.2813	6.90	-0.2787	-6.84	0.5185	12.73	kNm/m
Sohlpressung	18-20	$p_u \cdot r^2$	-0.0494	-1.28	0.0567	1.47	-0.3372	-8.77	kNm/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	M_{qH}	-0.2500	-1.17	0.2500	1.17	-0.2500	-1.17	kNm/m
horizontale Gleichlast	22-25		-0.0633	0.94	0.0216	-0.32	-0.0185	0.28	kNm/m
Infolge innere Wasserfüllung		M_{wi}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge innerer Wasserdruck		M_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		M_{wa}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck		M_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Momente		ΣM		5.63		-4.78		3.76	kNm/m

Normalkräfte	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			n	N	n	N	n	N	
Infolge Eigengewicht	10	N_G	-0.5000	-0.52	1.5708	1.64	0.5000	0.52	kN/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	N_{qV}	-0.0689	-3.78	0.8660	47.49	0.0689	3.78	kN/m
Sohlpressung	18-20		0.1061	6.17	0.0000	0.00	-0.1061	-6.17	kN/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	N_{qH}	1.0000	41.13	0.0000	0.00	1.0000	41.13	kN/m
horizontale Gleichlast	22-25		0.4599	-14.11	0.0000	0.00	0.0401	-1.23	kN/m
Infolge innere Wasserfüllung		N_{wi}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge innerer Wasserdruck		N_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		N_{wa}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck		N_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Normalkräfte		ΣN	1	28.89	1	49.13	1	38.04	kN/m

DN 800 mm Überdeckung 1.1 m LKW befahrbar

Ringbiegezugspannungen Profil 3 (1)		Scheitel		Kämpfer		Sohle		176
Ringbiegezugspannungen aussen	$\sigma_{Rbz,a}$		3.78		-2.44		2.72	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis aussen $\sigma_{Rbz,a} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	
Ringbiegezugspannungen innen	$\sigma_{Rbz,i}$		-3.70		3.92		-2.28	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis innen $\sigma_{Rbz,i} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	

Auftriebssicherheit

Wasserdruck	q_A	kN/m ²
Bemessungswert für Wasserdruck	q_{da}	kN/m ²
Rohrlast	q_G	kN/m ²
Erdlast	q_E	kN/m ²
Widerstand gegen Auftrieb	q_{Ra}	kN/m ²
Nachweis $q_{da} \leq q_{Ra}$		

Schnittkräfte

Es gelten folgende Regeln:

- Positives Biegemoment (+) M ergibt Zug auf der Rohrinseite
- Negatives Biegemoment (-) M ergibt Zug auf der Rohraussenseite
- Positive Normalkraft (+) N ergibt Druck
- Negative Normalkraft (-) N ergibt Zug
- Positive Ringbiegezugspannung (+) σ ergibt Druck
- Negative Ringbiegezugspannung (-) σ ergibt Zug

Statischer Nachweis Profil 3		DN	800 mm	Überdeckung	1.85 m	LKW befahrbar
Vordimensionierung				Tragsicherheitsnachweis	111.7	kN/m erfüllt
Technische Kennwerte Betonrohr		CENTUB		Gebrauchstauglichkeit	-3.06	N/mm ² erfüllt
Nennweite	DN	800	mm	Programm kreisrund		
Wandstärke Scheitel	S	95	mm			
Wandstärke Kämpfer	S	95	mm			
Sohlenstärke	T	95	mm	FK	165	
Aussendurchmesser	OD	990	mm			
Aussenhöhe	OD _H	990	mm			
Mittlerer Durchmesser	D _m	895	mm	"=C4+C5 ?"		
Mittlerer Rohrradius	R _m	447.5	mm	447.5	Sohlbereich	
Rohrquerschnittsfläche	A _R	0.77	m ²	0.12	Korrektur	
Rohrgewicht	G	6.54	kN/m	2.74	Korrektur 6.61 kN/m ²	
Spezifisches Gewicht Beton	g _B	24.5	kN/m ³			

250

Einbaubedingen

Höhe Rohrscheitel bis Terrain	H	1.85	m	
Höhe Grundwasserspiegel bis Terrain	h		m	
Höhe Rohrscheitel bis Grundwasserspiegel	h'		m	
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle aussen	h _{wa}		m	
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel aussen	h _{pa}		m	
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle innen	h _{wi}		m	
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel innen	h _{pi}		m	
Grabenart	<input checked="" type="radio"/> U-Graben <input type="radio"/> V-Graben 3:1 <input type="radio"/> V-Graben 2:1 <input type="radio"/> V-Graben 1:1 <input type="radio"/> U/V-Graben			
Anzahl Leitungen im gleichen Graben	<input checked="" type="radio"/> Eine Leitung im gleichen Graben <input type="radio"/> Zwei Leitungen im gleichen Graben <input type="radio"/> Mehrere Leitungen im gleichen Graben			
Grabensicherung	<input checked="" type="radio"/> Horizontale Spriessung <input type="radio"/> Vertikale Spriessung <input type="radio"/> Verbauplatten <input type="radio"/> Eingebundene Spriessung (Spundwand)			
Auffüllung der Leitungszone	<input type="radio"/> Ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input checked="" type="radio"/> Mit Nachweis der Proktordichte von > 90 %, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input type="radio"/> Mit oder ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung erst nach der Grabenfüllung nachgezogen			

Mechanische Bodenkennwerte

Mechanische Bodenkennwerte		DN	800 mm	Überdeckung	1.85 m	LKW befahrbar
Bodenart	<input type="radio"/> Nicht bindiger Boden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindiger Boden <input type="radio"/> Bindiger Boden				44	
Raumgewicht erdfeucht	γ _E	20.0	kN/m ³			
Raumgewicht unter Auftrieb	γ' _E		kN/m ³			
Innerer Reibungswinkel	φ	30	°			
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	92	%			
Verformungsmodul	E _B	4.00	N/mm ²	Wert muss auf der Baustelle überprüft werden		

Erdlasten bei Dammbedingung

Rohr auf unnachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Fels <input type="radio"/> Bewehrte Bodenplatte				
Rohr auf gewöhnlichem Boden	<input type="radio"/> Hart gelagerte Böden <input type="radio"/> Nicht bindige Böden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindige Böden				
Rohr auf nachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Bindige Mischböden und Silt <input type="radio"/> Bindige Böden, ausgenommen Silt				
Ausladungsziffer	C ₃	0.25		Ausladungsziffer	(gewählt)
Setzungsdurchbiegungsziffer	C ₂	0.65			(gewählt)
Ausladungszahl	C ₁	0.16			
Laststeigerung über dem Rohr	λ _{max}	1.305			
Erdlast über Rohrscheitel	q _{S1}	48.3	kN/m²		

Auflasten

Veränderliche Auflasten	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehrslasten <input type="radio"/> Bahnverkehrslasten <input type="radio"/> Oberflächenlasten			
-------------------------	--	--	--	--

☐ Andere Lasten					
Kein Strassenverkehr					
x = kein Strassenverkehr					
Strassenverkehrslast					
Strassenart	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehr mit Schwerverkehr, Breite > 6 m <input type="radio"/> Strassenverkehr ohne Schwerverkehr, Breite < 6 m				
Gesamte Strassenverkehrslast	$q'_{S2,G}$	56.3	kN/m ²	Last	56.3 kN/m ²
Einzelne Radlast	$q'_{S2,R}$	13.3	kN/m ²	Last	13.3 kN/m ²
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q'_{S2,F}$	43.0	kN/m ²		
Beiwert	α	0.90		Beiwert	0.90 (gewählt)
Stosszuschlag	ψ	1.00		Stosszuschlag	1.00 (gewählt)
Gesamte Strassenverkehrslast	q_{S2}	50.7	kN/m²		
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	12.0	kN/m ²		
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	38.7	kN/m ²		
Bahnverkehrslast					
DN 800 mm Überdeckung 1.85 m LKW befahrbar					
Bahnlasten nach Norm SIA 190	<input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 eingeleisig <input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 mehrgeleisig				86
Alternative Bahnlastannahmen	<input type="radio"/> Bahnverkehr eingeleisig <input checked="" type="radio"/> Bahnverkehr zweigeleisig a = 4 m <input type="radio"/> Bahnverkehr zweigeleisig a = 3 m <input type="radio"/> Bahnverkehr dreigeleisig a = 3 m				
	<input checked="" type="radio"/> Normalspur <input type="radio"/> Schmalspur				
	Gesamte Bahnverkehrslasten				
	Beiwert				
Dynamischer Beiwert					
Gesamte Bahnverkehrslasten					
Oberflächenlasten					
Länge der Oberflächenlast	l_a	0.40	m		
Breite der Oberflächenlast	b_a	0.40	m		
Oberflächenlast	q_o	0.0	kN/m ²		kN
Beiwert	A_1				
Gesamte Oberflächenlast					
Andere Lasten					
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe					
Beiwert					
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe					
Tragsicherheitsnachweis					
DN 800 mm Überdeckung 1.85 m LKW befahrbar					
Lastvergrößerungsfaktor	f_d	1.106		"=C8/+C10 ?"	112
Lastbeiwert für Erdlasten	$\gamma_{G,sup}$	1.350			
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	γ_Q	1.500			
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	γ_Q				
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	$\gamma_{G,sup}$				
Lastbeiwert für andere Lasten	γ_Q				
Linienlast für Erdlasten	q_{SE}	71.4	kN/m		
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	$q_{SV,S}$	83.3	kN/m	50.7 x 1.106 x 1.5 x 990 / 1000	
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	$q_{SV,B}$		kN/m		
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	q_{SO}		kN/m		
Lastbeiwert für andere Lasten	q_{SA}		kN/m		
Bemessungswert der Beanspruchung	q^*_{ds}	154.6	kN/m	Einbauprofil 3	x reduz.
Einbauziffer	ZE	6.000		Einbauziffer 6.000	(neu)
Widerstandsbeiwert	γ_R	1.200		Einbauziffer	gewählt (z.B. 1.75 MA)
Scheiteldruck-Bruchlast	q_{Br}	53.3	kN/m	q_{Br}	53.3 kN/m (gewählt)
Reduzierter Tragwiderstand	q^*_R	266.3	kN/m		
Nachweis $q^*_{ds} \leq q^*_R$	Erfüllt			Reserve	111.7 kN/m
Gebrauchstauglichkeitsnachweis					
DN 800 mm Überdeckung 1.85 m LKW befahrbar					
Erdlast über Rohrscheitel	q_{S1}	48.3	kN/m ²		131
Gesamte Strassenverkehrslast					
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	12.0	kN/m ²	0.00	(gewählt)
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	38.7	kN/m ²	"=C132-C133"	
Gesamte Bahnverkehrslasten					
Oberflächenlast					
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe					

Gesamte vertikale Lasten	q_{serv}	99.0 kN/m ²	s.K156
Erddruckbeiwert	K	0.50	Erddruckbeiwert 0.75 (gewählt)
Korrekturfaktor infolge geringer Überdeckung	f_a	0.000	1.000 Profil 1 f_a 0.000 (Profil 3 inkl. seitl. Bet)
Gesamte horizontale Lasten	q_{serH}	24.1 kN/m ²	49.5 Profil 1 43.5 kN/m ²
Innerer Wasserdruck	p_i	0.0 kN/m ²	
Äusserer Wasserdruck	p_a	0.0 kN/m ²	

Schnittkräfte		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Wandstärke	S/T	0.095	0.095	0.095	m
Fläche	A	0.095	0.095	0.095	m ² /m
Widerstandsmoment	W	0.00150	0.00150	0.00150	m ³ /m
Korrekturfaktor innen	a_{ki}	1.071	1.071	1.071	
Korrekturfaktor aussen	a_{ka}	0.929	0.929	0.929	

Biegemomente	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			m	M	m	M	m	M	
Infolge Eigengewicht	10	M_G	0.5000	0.23	-0.5708	-0.27	0.5000	0.70	kNm/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	M_{qV}	0.2813	6.17	-0.2787	-6.11	0.5185	11.37	kNm/m
Sohlpressung	18-20	$p_u \cdot r^2$	-0.0494	-1.16	0.0567	1.33	-0.3372	-7.88	kNm/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	M_{qH}	-0.2500	-1.34	0.2500	1.34	-0.2500	-1.34	kNm/m
horizontale Gleichlast	22-25		-0.0633	0.79	0.0216	-0.27	-0.0185	0.23	kNm/m
Infolge innere Wasserfüllung		M_{wi}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge innerer Wasserdruck		M_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		M_{wa}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck		M_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Momente		ΣM		4.69		-3.98		3.07	kNm/m

Normalkräfte	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			n	N	n	N	n	N	
Infolge Eigengewicht	10	N_G	-0.5000	-0.52	1.5708	1.64	0.5000	0.52	kN/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	N_{qV}	-0.0689	-3.37	0.8660	42.42	0.0689	3.37	kN/m
Sohlpressung	18-20		0.1061	5.54	0.0000	0.00	-0.1061	-5.54	kN/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	N_{qH}	1.0000	36.74	0.0000	0.00	1.0000	36.74	kN/m
horizontale Gleichlast	22-25		0.4599	-11.40	0.0000	0.00	0.0401	-0.99	kN/m
Infolge innere Wasserfüllung		N_{wi}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge innerer Wasserdruck		N_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		N_{wa}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck		N_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Normalkräfte		ΣN	1	26.98	1	44.05	1	34.09	kN/m

DN 800 mm Überdeckung 1.85 m LKW befahrbar

Ringbiegezugspannungen Profil 3 (1)		Scheitel		Kämpfer		Sohle		176
Ringbiegezugspannungen aussen	$\sigma_{Rbz,a}$		3.18		-2.00		2.26	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis aussen $\sigma_{Rbz,a} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	
Ringbiegezugspannungen innen	$\sigma_{Rbz,i}$		-3.06		3.30		-1.83	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis innen $\sigma_{Rbz,i} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	

Auftriebssicherheit

Wasserdruck	q_A	kN/m ²
Bemessungswert für Wasserdruck	q_{da}	kN/m ²
Rohrlast	q_G	kN/m ²
Erdlast	q_E	kN/m ²
Widerstand gegen Auftrieb	q_{Ra}	kN/m ²
Nachweis $q_{da} \leq q_{Ra}$		

Schnittkräfte

Es gelten folgende Regeln:

- Positives Biegemoment (+) M ergibt Zug auf der Rohrinseite
- Negatives Biegemoment (-) M ergibt Zug auf der Rohraussenseite
- Positive Normalkraft (+) N ergibt Druck
- Negative Normalkraft (-) N ergibt Zug
- Positive Ringbiegezugspannung (+) σ ergibt Druck
- Negative Ringbiegezugspannung (-) σ ergibt Zug

Statischer Nachweis Profil 3		DN	800 mm	Überdeckung	2.72 m	LKW befahrbar
Vordimensionierung				Tragsicherheitsnachweis	105.6	kN/m erfüllt
Technische Kennwerte Betonrohr		CENTUB		Gebrauchstauglichkeit	-2.75	N/mm ² erfüllt
Nennweite	<i>DN</i>	800	mm	Programm kreisrund		
Wandstärke Scheitel	<i>S</i>	95	mm			
Wandstärke Kämpfer	<i>S</i>	95	mm			
Sohlenstärke	<i>T</i>	95	mm	FK	165	
Aussendurchmesser	<i>OD</i>	990	mm			
Aussenhöhe	<i>OD_H</i>	990	mm			
Mittlerer Durchmesser	<i>D_m</i>	895	mm	"=C4+C5 ?"		
Mittlerer Rohrradius	<i>R_m</i>	447.5	mm	447.5	Sohlbereich	
Rohrquerschnittsfläche	<i>A_R</i>	0.77	m ²	0.12	Korrektur	
Rohrgewicht	<i>G</i>	6.54	kN/m	2.74	Korrektur 6.61 kN/m²	
Spezifisches Gewicht Beton	<i>g_B</i>	24.5	kN/m ³			

250

Einbaubedingen

Höhe Rohrscheitel bis Terrain	<i>H</i>	2.72	m
Höhe Grundwasserspiegel bis Terrain	<i>h</i>		m
Höhe Rohrscheitel bis Grundwasserspiegel	<i>h'</i>		m
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle aussen	<i>h_{wa}</i>		m
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel aussen	<i>h_{pa}</i>		m
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle innen	<i>h_{wi}</i>		m
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel innen	<i>h_{pi}</i>		m
Grabenart	<input checked="" type="radio"/> U-Graben <input type="radio"/> V-Graben 3:1 <input type="radio"/> V-Graben 2:1 <input type="radio"/> V-Graben 1:1 <input type="radio"/> U/V-Graben		
Anzahl Leitungen im gleichen Graben	<input checked="" type="radio"/> Eine Leitung im gleichen Graben <input type="radio"/> Zwei Leitungen im gleichen Graben <input type="radio"/> Mehrere Leitungen im gleichen Graben		
Grabensicherung	<input checked="" type="radio"/> Horizontale Spriessung <input type="radio"/> Vertikale Spriessung <input type="radio"/> Verbauplatten <input type="radio"/> Eingebundene Spriessung (Spundwand)		
Auffüllung der Leitungszone	<input type="radio"/> Ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input checked="" type="radio"/> Mit Nachweis der Proktordichte von > 90 %, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input type="radio"/> Mit oder ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung erst nach der Grabenfüllung nachgezogen		

Mechanische Bodenkennwerte		DN	800 mm	Überdeckung	2.72 m	LKW befahrbar
Bodenart	<input type="radio"/> Nicht bindiger Boden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindiger Boden <input type="radio"/> Bindiger Boden			44		
Raumgewicht erdfeucht	<i>γ_E</i>	20.0	kN/m ³			
Raumgewicht unter Auftrieb	<i>γ'_E</i>		kN/m ³			
Innerer Reibungswinkel	<i>φ</i>	30	°			
Verdichtungsgrad	<i>D_{Pr}</i>	92	%			
Verformungsmodul	<i>E_B</i>	4.00	N/mm ²	<i>Wert muss auf der Baustelle überprüft werden</i>		

Erdlasten bei Dammbedingung

Rohr auf unnachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Fels <input type="radio"/> Bewehrte Bodenplatte		
Rohr auf gewöhnlichem Boden	<input type="radio"/> Hart gelagerte Böden <input type="radio"/> Nicht bindige Böden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindige Böden		
Rohr auf nachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Bindige Mischböden und Silt <input type="radio"/> Bindige Böden, ausgenommen Silt		
Ausladungsziffer	<i>C₃</i>	0.25	Ausladungsziffer (gewählt)
Setzungsdurchbiegungsziffer	<i>C₂</i>	0.65	(gewählt)
Ausladungszahl	<i>C₁</i>	0.16	
Laststeigerung über dem Rohr	<i>λ_{max}</i>	1.305	
Erdlast über Rohrscheitel	<i>q_{S1}</i>	71.0	kN/m²

Auflasten

Veränderliche Auflasten	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehrslasten <input type="radio"/> Bahnverkehrslasten <input type="radio"/> Oberflächenlasten		
-------------------------	--	--	--

☐ Andere Lasten					
Kein Strassenverkehr x = kein Strassenverkehr					
Strassenverkehrslast					
Strassenart	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehr mit Schwerverkehr, Breite > 6 m <input type="radio"/> Strassenverkehr ohne Schwerverkehr, Breite < 6 m				
Gesamte Strassenverkehrslast	$q'_{S2,G}$	37.7 kN/m ²	Last	37.7 kN/m ²	
Einzelne Radlast	$q'_{S2,R}$	6.0 kN/m ²	Last	6.0 kN/m ²	
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q'_{S2,F}$	31.7 kN/m ²			
Beiwert	α	0.90	Beiwert	0.90 (gewählt)	
Stosszuschlag	ψ	1.00	Stosszuschlag	1.00 (gewählt)	
Gesamte Strassenverkehrslast	q_{S2}	34.0 kN/m²			
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	5.4 kN/m ²			
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	28.6 kN/m ²			
Bahnverkehrslast DN 800 mm Überdeckung 2.72 m LKW befahrbar					
Bahnlasten nach Norm SIA 190	<input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 eingeleisig <input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 mehrgeleisig <input type="radio"/> Bahnverkehr eingeleisig <input checked="" type="radio"/> Bahnverkehr zweigeleisig a = 4 m <input type="radio"/> Bahnverkehr zweigeleisig a = 3 m <input type="radio"/> Bahnverkehr dreigeleisig a = 3 m				86
Alternative Bahnlastannahmen					
Bahnverkehrsart	<input checked="" type="radio"/> Normalspur <input type="radio"/> Schmalspur				
Gesamte Bahnverkehrslasten	q'_{S2}	kN/m ²			
Beiwert	α				
Dynamischer Beiwert	ψ				
Gesamte Bahnverkehrslasten	q_{S2}	kN/m ²			
Oberflächenlasten					
Länge der Oberflächenlast	l_a	0.40 m			
Breite der Oberflächenlast	b_a	0.40 m			
Oberflächenlast	q_0	0.0 kN/m ²			kN
Beiwert	A_1				
Gesamte Oberflächenlast	q_{S3}	kN/m ²			
Andere Lasten					
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q'_{S4}	kN/m ²			
Beiwert	α				
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q_{S4}	kN/m ²			
Tragsicherheitsnachweis DN 800 mm Überdeckung 2.72 m LKW befahrbar					
Lastvergrößerungsfaktor	f_d	1.106	"=C8/+C10 ?"		112
Lastbeiwert für Erdlasten	$\gamma_{G,sup}$	1.350			
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	γ_Q	1.500			
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	γ_Q				
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	$\gamma_{G,sup}$				
Lastbeiwert für andere Lasten	γ_Q				
Linienlast für Erdlasten	q_{SE}	104.9 kN/m			
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	$q_{SV,S}$	55.8 kN/m	34 x 1.106 x 1.5 x 990 / 1000		
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	$q_{SV,B}$	kN/m			
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	q_{SO}	kN/m			
Lastbeiwert für andere Lasten	q_{SA}	kN/m			
Bemessungswert der Beanspruchung	q^*_{ds}	160.7 kN/m	Einbauprofil	3	x reduz.
Einbauziffer	ZE	6.000	Einbauziffer	6.000 (neu)	
Widerstandsbeiwert	γ_R	1.200	Einbauziffer		gewählt (z.B. 1.75 MA)
Scheiteldruck-Bruchlast	q_{Br}	53.3 kN/m	q_{Br}	53.3 kN/m (gewählt)	
Reduzierter Tragwiderstand	q^*_R	266.3 kN/m			
Nachweis $q^*_{ds} \leq q^*_R$		Erfüllt	Reserve	105.6 kN/m	
Gebrauchstauglichkeitsnachweis DN 800 mm Überdeckung 2.72 m LKW befahrbar					
Erdlast über Rohrscheitel	q_{S1}	71.0 kN/m ²			131
Gesamte Strassenverkehrslast	q_{S2}	34.0 kN/m ²			
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	5.4 kN/m ²		0.00 (gewählt)	
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	28.6 kN/m ²	"=C132-C133"		
Gesamte Bahnverkehrslasten	q_{S2}	0.0 kN/m ²			
Oberflächenlast	q_{S3}	0.0 kN/m ²			
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q_{S4}	0.0 kN/m ²			

Gesamte vertikale Lasten	q_{serv}	104.9 kN/m ²	s.K156
Erddruckbeiwert	K	0.50	Erddruckbeiwert 0.75 0.50 (gewählt)
Korrekturfaktor infolge geringer Überdeckung	f_a	0.000	1.000 Profil 1 f_a 0.000 (Profil 3 inkl. seitl. Bet)
Gesamte horizontale Lasten	q_{serH}	35.5 kN/m ²	52.5 Profil 1 49.8 kN/m ²
Innerer Wasserdruck	p_i	0.0 kN/m ²	
Äusserer Wasserdruck	p_a	0.0 kN/m ²	

Schnittkräfte		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Wandstärke	S/T	0.095	0.095	0.095	m
Fläche	A	0.095	0.095	0.095	m ² /m
Widerstandsmoment	W	0.00150	0.00150	0.00150	m ³ /m
Korrekturfaktor innen	a_{ki}	1.071	1.071	1.071	
Korrekturfaktor aussen	a_{ka}	0.929	0.929	0.929	

Biegemomente	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			m	M	m	M	m	M	
Infolge Eigengewicht	10	M_G	0.5000	0.23	-0.5708	-0.27	0.5000	0.70	kNm/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	M_{qV}	0.2813	6.54	-0.2787	-6.48	0.5185	12.05	kNm/m
Sohlpressung	18-20	$p_u \cdot r^2$	-0.0494	-1.22	0.0567	1.40	-0.3372	-8.33	kNm/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	M_{qH}	-0.2500	-1.97	0.2500	1.97	-0.2500	-1.97	kNm/m
horizontale Gleichlast	22-25		-0.0633	0.73	0.0216	-0.25	-0.0185	0.21	kNm/m
Infolge innere Wasserfüllung		M_{wi}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge innerer Wasserdruck		M_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		M_{wa}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck		M_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Momente		ΣM		4.32		-3.63		2.67	kNm/m

Normalkräfte	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			n	N	n	N	n	N	
Infolge Eigengewicht	10	N_G	-0.5000	-0.52	1.5708	1.64	0.5000	0.52	kN/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	N_{qV}	-0.0689	-3.58	0.8660	44.98	0.0689	3.58	kN/m
Sohlpressung	18-20		0.1061	5.86	0.0000	0.00	-0.1061	-5.86	kN/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	N_{qH}	1.0000	38.95	0.0000	0.00	1.0000	38.95	kN/m
horizontale Gleichlast	22-25		0.4599	-9.84	0.0000	0.00	0.0401	-0.86	kN/m
Infolge innere Wasserfüllung		N_{wi}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge innerer Wasserdruck		N_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		N_{wa}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck		N_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Normalkräfte		ΣN	1	30.88	1	46.62	1	36.34	kN/m

DN 800 mm Überdeckung 2.72 m LKW befahrbar

Ringbiegezugspannungen Profil 3 (1)		Scheitel		Kämpfer		Sohle		176
Ringbiegezugspannungen aussen	$\sigma_{Rbz,a}$		2.99		-1.75		2.03	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis aussen $\sigma_{Rbz,a} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	
Ringbiegezugspannungen innen	$\sigma_{Rbz,i}$		-2.75		3.07		-1.52	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis innen $\sigma_{Rbz,i} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	

Auftriebssicherheit

Wasserdruck	q_A	kN/m ²
Bemessungswert für Wasserdruck	q_{da}	kN/m ²
Rohrlast	q_G	kN/m ²
Erdlast	q_E	kN/m ²
Widerstand gegen Auftrieb	q_{Ra}	kN/m ²
Nachweis $q_{da} \leq q_{Ra}$		

Schnittkräfte

Es gelten folgende Regeln:

- Positives Biegemoment (+) M ergibt Zug auf der Rohrinseite
- Negatives Biegemoment (-) M ergibt Zug auf der Rohraussenseite
- Positive Normalkraft (+) N ergibt Druck
- Negative Normalkraft (-) N ergibt Zug
- Positive Ringbiegezugspannung (+) σ ergibt Druck
- Negative Ringbiegezugspannung (-) σ ergibt Zug

Statischer Nachweis Profil 4		DN	800 mm	Überdeckung	0.4 m	LKW befahrbar
Vordimensionierung				Tragsicherheitsnachweis	264.8	kN/m erfüllt
Technische Kennwerte Betonrohr		Robust		Gebrauchstauglichkeit	-3.74	N/mm ² erfüllt
Nennweite	DN	800	mm	Programm kreisrund		
Wandstärke Scheitel	S	150	mm			
Wandstärke Kämpfer	S	150	mm			
Sohlenstärke	T	150	mm	FK	250	
Aussendurchmesser	OD	1100	mm			
Aussenhöhe	OD _H	1100	mm			
Mittlerer Durchmesser	D _m	950	mm	"=C4+C5 ?"		
Mittlerer Rohrradius	R _m	475	mm	475	Sohlbereich	
Rohrquerschnittsfläche	A _R	0.95	m ²	0.12	Korrektur	
Rohrgewicht	G	10.97	kN/m	2.74	Korrektur 9.97 kN/m ²	
Spezifisches Gewicht Beton	g _B	24.5	kN/m ³			

250

Einbaubedingen

Höhe Rohrscheitel bis Terrain	H	0.40	m	geringe Überdeckung		
Höhe Grundwasserspiegel bis Terrain	h		m			
Höhe Rohrscheitel bis Grundwasserspiegel	h'		m			
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle aussen	h _{wa}		m			
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel aussen	h _{pa}		m			
Wasserdruckhöhe ab Rohrsohle innen	h _{wi}		m			
Wasserdruckhöhe ab Rohrscheitel innen	h _{pi}		m			
Grabenart	<input checked="" type="radio"/> U-Graben <input type="radio"/> V-Graben 3:1 <input type="radio"/> V-Graben 2:1 <input type="radio"/> V-Graben 1:1 <input type="radio"/> U/V-Graben					
Anzahl Leitungen im gleichen Graben	<input checked="" type="radio"/> Eine Leitung im gleichen Graben <input type="radio"/> Zwei Leitungen im gleichen Graben <input type="radio"/> Mehrere Leitungen im gleichen Graben					
Grabensicherung	<input checked="" type="radio"/> Horizontale Spriessung <input type="radio"/> Vertikale Spriessung <input type="radio"/> Verbauplatten <input type="radio"/> Eingebundene Spriessung (Spundwand)					
Auffüllung der Leitungszone	<input type="radio"/> Ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input checked="" type="radio"/> Mit Nachweis der Proktordichte von > 90 %, vertikale Spriessung sukzessiv nachgezogen <input type="radio"/> Mit oder ohne Nachweis der Proktordichte, vertikale Spriessung erst nach der Grabenfüllung nachgezogen					

Mechanische Bodenkennwerte

Mechanische Bodenkennwerte		DN	800 mm	Überdeckung	0.4 m	LKW befahrbar
Bodenart	<input type="radio"/> Nicht bindiger Boden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindiger Boden <input type="radio"/> Bindiger Boden					44
Raumgewicht erdfeucht	γ _E	20.0	kN/m ³			
Raumgewicht unter Auftrieb	γ' _E		kN/m ³			
Innerer Reibungswinkel	φ	30	°			
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	92	%			
Verformungsmodul	E _B	4.00	N/mm ²	<i>Wert muss auf der Baustelle überprüft werden</i>		

Erdlasten bei Dammbedingung

Rohr auf unnachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Fels <input type="radio"/> Bewehrte Bodenplatte					
Rohr auf gewöhnlichem Boden	<input type="radio"/> Hart gelagerte Böden <input type="radio"/> Nicht bindige Böden <input checked="" type="radio"/> Schwach bindige Böden					
Rohr auf nachgiebigen Boden	<input type="radio"/> Bindige Mischböden und Silt <input type="radio"/> Bindige Böden, ausgenommen Silt					
Ausladungsziffer	C ₃	0.25		Ausladungsziffer		(gewählt)
Setzungsdurchbiegungsziffer	C ₂	0.65				(gewählt)
Ausladungszahl	C ₁	0.16				
Laststeigerung über dem Rohr	λ _{max}	1.305				
Erdlast über Rohrscheitel	q _{S1}	10.4	kN/m²			

Auflasten

Veränderliche Auflasten	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehrslasten <input type="radio"/> Bahnverkehrslasten <input type="radio"/> Oberflächenlasten					
-------------------------	--	--	--	--	--	--

		☐ Andere Lasten	
Kein Strassenverkehr		x = kein Strassenverkehr	
Strassenverkehrslast			
Strassenart	<input checked="" type="radio"/> Strassenverkehr mit Schwerverkehr, Breite > 6 m <input type="radio"/> Strassenverkehr ohne Schwerverkehr, Breite < 6 m		
Gesamte Strassenverkehrslast	$q'_{S2,G}$	246.7 kN/m ²	Last 246.7 kN/m ²
Einzelne Radlast	$q'_{S2,R}$	210.9 kN/m ²	Last 210.9 kN/m ²
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q'_{S2,F}$	21.2 kN/m ²	
Beiwert	α	0.90	Beiwert 0.90 (gewählt)
Stosszuschlag	ψ	1.00	Stosszuschlag 1.00 (gewählt)
Gesamte Strassenverkehrslast	q_{S2}	222.0 kN/m²	
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	189.8 kN/m ²	
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	19.0 kN/m ²	
Bahnverkehrslast			
		DN 800 mm	Überdeckung 0.4 m LKW befahrbar
Bahnlasten nach Norm SIA 190	<input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 eingeleisig <input type="radio"/> Bahnverkehr nach Norm SIA 190 mehreleisig		86
Alternative Bahnlastannahmen	<input type="radio"/> Bahnverkehr eingeleisig <input checked="" type="radio"/> Bahnverkehr zweieleisig a = 4 m <input type="radio"/> Bahnverkehr zweieleisig a = 3 m <input type="radio"/> Bahnverkehr dreieleisig a = 3 m		
	<input checked="" type="radio"/> Normalspur <input type="radio"/> Schmalspur		
Gesamte Bahnverkehrslasten	q'_{S2}	kN/m ²	
Beiwert	α		
Dynamischer Beiwert	ψ		
Gesamte Bahnverkehrslasten	q_{S2}	kN/m ²	
Oberflächenlasten			
Länge der Oberflächenlast	l_a	0.40 m	
Breite der Oberflächenlast	b_a	0.40 m	
Oberflächenlast	q_0	0.0 kN/m ²	kN
Beiwert	A_1		
Gesamte Oberflächenlast	q_{S3}	kN/m ²	
Andere Lasten			
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q'_{S4}	kN/m ²	
Beiwert	α		
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q_{S4}	kN/m ²	
Tragsicherheitsnachweis			
		DN 800 mm	Überdeckung 0.4 m LKW befahrbar
Lastvergrößerungsfaktor	f_d	1.158	"=C8/+C10 ?" 112
Lastbeiwert für Erdlasten	$\gamma_{G,sup}$	1.350	
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	γ_Q	1.500	
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	γ_Q		
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	$\gamma_{G,sup}$		
Lastbeiwert für andere Lasten	γ_Q		
Linienlast für Erdlasten	q_{SE}	17.9 kN/m	
Lastbeiwert für Strassenverkehrslasten	$q_{SV,S}$	424.1 kN/m	222 x 1.158 x 1.5 x 1100 / 1000
Lastbeiwert für Bahnverkehrslasten	$q_{SV,B}$	kN/m	
Lastbeiwert für Oberflächenlasten	q_{SO}	kN/m	
Lastbeiwert für andere Lasten	q_{SA}	kN/m	
Bemessungswert der Beanspruchung	q^*_{ds}	442.1 kN/m	Einbauprofil 4 x reduz.
Einbauziffer	ZE	7.000	Einbauziffer 7.000 (neu)
Widerstandsbeiwert	γ_R	1.200	Einbauziffer gewählt (z.B. 1.75 MA)
Scheiteldruck-Bruchlast	q_{Br}	121.2 kN/m	q_{Br} 121.2 kN/m (gewählt)
Reduzierter Tragwiderstand	q^*_R	706.9 kN/m	
Nachweis $q^*_{ds} \leq q^*_R$	Erfüllt		Reserve 264.8 kN/m
Gebrauchstauglichkeitsnachweis			
		DN 800 mm	Überdeckung 0.4 m LKW befahrbar
Erdlast über Rohrscheitel	q_{S1}	10.4 kN/m ²	131
Gesamte Strassenverkehrslast	q_{S2}	222.0 kN/m ²	
Einzelne Radlast	$q_{S2,R}$	189.8 kN/m ²	0.00 (gewählt)
Strassenverkehrslast ohne Radlast	$q_{S2,F}$	19.0 kN/m ²	"=C132-C133"
Gesamte Bahnverkehrslasten	q_{S2}	0.0 kN/m ²	
Oberflächenlast	q_{S3}	0.0 kN/m ²	
Andere Lasten auf Rohrscheitelhöhe	q_{S4}	0.0 kN/m ²	

Gesamte vertikale Lasten	q_{serv}	232.4 kN/m ²	s.K156
Erddruckbeiwert	K	0.50	Erddruckbeiwert 0.80 0.50 (gewählt)
Korrekturfaktor infolge geringer Überdeckung	f_a	0.000	0.000 Profil 1 f_a 0.000 (Profil 4 inkl. seitl. Bet
Gesamte horizontale Lasten	q_{serH}	5.2 kN/m ²	14.7 Profil 1 14.7 kN/m ²
Innerer Wasserdruck	p_i	0.0 kN/m ²	
Äusserer Wasserdruck	p_a	0.0 kN/m ²	

Schnittkräfte		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Wandstärke	S/T	0.15	0.15	0.15	m
Fläche	A	0.15	0.15	0.15	m ² /m
Widerstandsmoment	W	0.00375	0.00375	0.00375	m ³ /m
Korrekturfaktor innen	a_{ki}	1.105	1.105	1.105	
Korrekturfaktor aussen	a_{ka}	0.895	0.895	0.895	

Biegemomente	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			m	M	m	M	m	M	
Infolge Eigengewicht	10	M_G	0.5000	0.41	-0.5708	-0.47	1.5000	1.24	kNm/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	M_{qV}	0.2800	17.00	-0.2600	-15.79	0.4700	28.54	kNm/m
Sohlpressung	18-20	$p_u \cdot r^2$	-0.0494	-3.13	0.0567	3.59	-0.3372	-21.35	kNm/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	M_{qH}	-0.2500	-0.34	0.2500	0.34	-0.2500	-0.34	kNm/m
horizontale Gleichlast	22-25		-0.0060	0.28	0.0020	-0.09	-0.0020	0.09	kNm/m
Infolge innere Wasserfüllung		M_{wi}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge innerer Wasserdruck		M_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		M_{wa}		0.00		0.00		0.00	kNm/m
Infolge äusserer Wasserdruck		M_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kNm/m
Momente		ΣM		14.23		-12.43		8.18	kNm/m

Normalkräfte	Lastfall		Scheitel		Kämpfer		Sohle		
			n	N	n	N	n	N	
Infolge Eigengewicht	10	N_G	-0.5000	-0.87	1.5708	2.74	0.5000	0.87	kN/m
Infolge gesamter vertikalen Lasten	15-16	N_{qV}	-0.0600	-7.67	0.8500	108.66	0.0600	7.67	kN/m
Sohlpressung	18-20		0.1061	14.15	0.0000	0.00	-0.1061	-14.15	kN/m
Infolge gesamten horizontalen Lasten	4	N_{qH}	1.0000	102.27	0.0000	0.00	1.0000	102.27	kN/m
horizontale Gleichlast	22-25		0.4000	-39.76	0.0000	0.00	0.0300	-2.98	kN/m
Infolge innere Wasserfüllung		N_{wi}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge innerer Wasserdruck		N_{pi}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck bis Rohrscheitel		N_{wa}		0.00		0.00		0.00	kN/m
Infolge äusserer Wasserdruck		N_{pa}	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	kN/m
Normalkräfte		ΣN	1	68.11	1	111.41	1	93.69	kN/m

DN 800 mm Überdeckung 0.4 m LKW befahrbar

Ringbiegezugspannungen Profil 4 (1)		Scheitel		Kämpfer		Sohle		176
Ringbiegezugspannungen aussen	$\sigma_{Rbz,a}$		3.85		-2.22		2.58	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis aussen $\sigma_{Rbz,a} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	
Ringbiegezugspannungen innen	$\sigma_{Rbz,i}$		-3.74		4.40		-1.79	N/mm ²
Ringbiegezugspannungen zugelassen	$\sigma_{Rbz,adm}$	-4.00	-4.00		-4.00		-4.00	N/mm ²
Nachweis innen $\sigma_{Rbz,i} \leq \sigma_{Rbz,adm}$			Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	

Auftriebssicherheit

Wasserdruck	q_A	kN/m ²
Bemessungswert für Wasserdruck	q_{da}	kN/m ²
Rohrlast	q_G	kN/m ²
Erdlast	q_E	kN/m ²
Widerstand gegen Auftrieb	q_{Ra}	kN/m ²
Nachweis $q_{da} \leq q_{Ra}$		

Schnittkräfte

Es gelten folgende Regeln:

- Positives Biegemoment (+) M ergibt Zug auf der Rohrinseite
- Negatives Biegemoment (-) M ergibt Zug auf der Rohraussenseite
- Positive Normalkraft (+) N ergibt Druck
- Negative Normalkraft (-) N ergibt Zug
- Positive Ringbiegezugspannung (+) σ ergibt Druck
- Negative Ringbiegezugspannung (-) σ ergibt Zug