



Bauherr:

**Einwohnergemeinde Rapperswil**

Bauobjekt:

**Höhenweg / Ahornweg / Tannenweg  
Werkleitungsarbeiten und Strassensanierung**

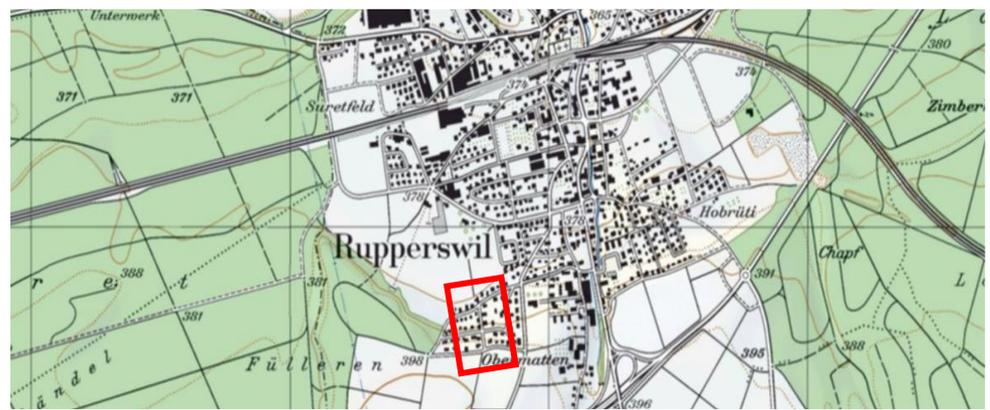
- Ersatz Abwasserleitungen
- Ersatz Wasserleitungen
- Ergänzung Elektrotrasse
- Strassensanierung

---

## Technischer Bericht

---

Vorstudie	Vorprojekt	<b>Bauprojekt</b>	Ausführungsprojekt	Ausgeführtes Werk
-----------	------------	-------------------	--------------------	-------------------



**Bodmer** Bauingenieure AG

Industriestrasse 25 | 5033 Buchs | +41 62 838 21 80

**Bodmer**

Bauingenieure

**Projekt Nr. 2258/TB**

Erstelldatum : 27. März 2023

Änderung A :

Druckdatum : 27. März 2023

Änderung B :

## Inhalt

<b>1. Ausgangslage</b> .....	<b>3</b>
1.1 Einleitung.....	3
1.2 Auftrag des Projektverfassers .....	3
<b>2. Zugehörige Projektdokumente</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Grundlagen</b> .....	<b>3</b>
3.1 Werkleitungen .....	3
3.2 Dokumente .....	4
3.3 Normen und Weisungen .....	4
<b>4. Bestehende Verhältnisse</b> .....	<b>4</b>
4.1 Kanalisation.....	4
4.2 Wasserversorgung .....	7
4.3 Elektroversorgung .....	8
4.4 Strassenbau .....	8
<b>5. Projekt</b> .....	<b>9</b>
5.1 Kanalisation.....	9
5.1.1 Haltungsdaten Kanalisation (Neubau) .....	10
5.1.2 Haltungsdaten Kanalisation (Renovation).....	10
5.1.3 Daten Kontrollschächte .....	10
5.1.4 Leitungsnivellette .....	11
5.1.5 Rohrmaterial und Rohrstatik .....	11
5.1.6 Hydraulische Berechnung.....	11
5.1.7 Schachtbauwerke und Einlaufschächte .....	11
5.1.8 Hausanschlüsse.....	11
5.1.9 Dichtigkeitsprüfungen / Bauabnahme .....	11
5.1.10 Grabenbau .....	12
5.2 Wasserversorgung .....	12
5.3 Elektroversorgung .....	12
5.4 Strassensanierung .....	12
5.5 Strassenbeleuchtung .....	13
5.6 Übrige Werkleitungen.....	13
5.6.1 Gasversorgung.....	13
5.6.2 Telefonversorgung .....	14
5.6.3 Fernsehversorgung.....	14
<b>6. Kosten</b> .....	<b>15</b>
6.1 Abwasser.....	15
6.2 Wasserversorgung .....	15
6.3 Elektroversorgung .....	15
6.4 Strassenbau .....	15
6.5 Beleuchtung .....	15
6.6 Zusammenstellung der Investitionskosten, inkl. MwSt. ....	16
<b>7. Bauablauf und Verkehrsführung während den Bauphasen</b> .....	<b>17</b>
<b>8. Weitere Arbeiten zur Durchführung des Bauvorhabens</b> .....	<b>17</b>
<b>I. Statischer Nachweis Rohrleitungen</b> .....	<b>18</b>
<b>Anhang 1</b> .....	<b>19</b>
<b>Anhang 2</b> .....	<b>22</b>

## 1. Ausgangslage

### 1.1 Einleitung

Die Gemeinde Rupperswil beabsichtigt im Bereich Höhenweg / Ahornweg / Tannenweg die Abwasserleitungen zu erneuern.

Gestützt auf den Generellen Entwässerungsplan (GEP) sind bei den bestehenden, hydraulisch ungenügenden Abwasserleitungen, grössere Rohrdurchmesser nötig. Gleichzeitig sollen die parallel geführten Leitungen im Höhenweg zu einer neuen Leitung zusammengeführt werden.

Das Kanalisationsprojekt ist mit weiteren Werkleitungsarbeiten zu koordinieren.

Die alte Wasserleitung bestehend aus Grauguss-Rohren (Jahrgang 1950/1956), mit gestemmtten Muffen, ist zu ersetzen.

Die Elektroversorgung genügt den heutigen Anforderungen nicht mehr. Für eine Erweiterung besteht Handlungsbedarf.

Der Fahrbahnbelag weist viele Risse und Belagsflicke auf. Mit den Werkleitungsbauten wird der Belag weiter geschwächt, so dass sich eine Belagssanierung aufdrängt.

### 1.2 Auftrag des Projektverfassers

Gestützt auf die Honorarofferte vom 12. August 2022 beauftragte der Gemeinderat Rupperswil die Bodmer Bauingenieure AG mit PA vom 22. August 2022 zur Ausarbeitung eines Bauprojektes für die Kanalisationserneuerungen.

Der Werkleitungsbedarf der übrigen Werkleitungseigentümer wird im Rahmen der Projektierungsarbeit geklärt.

## 2. Zugehörige Projektdokumente

2258 / 01	Situation1:200
2258 / 02	Längenprofile 1:200/20
2258 / 03	Normalprofile/Grabenquerschnitte 1:50
2258 / 04	Kontrollschacht KS B 8080, 1:20
2258 / 05	Vereinigungsschacht KS B 1230, 1:20
2258 / 05	Schachtnormalie 1:20
2258 / KV	Kostenvoranschlag
2258 / TB	Technischer Bericht

## 3. Grundlagen

Für die Bearbeitung des vorliegenden Bauprojektes dienen folgende Unterlagen:

### 3.1 Werkleitungen

- Abwasserleitungen (Werkkataster Abwasser, GEP-Ingenieur Porta AG, Lenzburg)
- Wasserversorgung (TBR Rupperswil)
- Gasversorgung (SWL Energie AG, Lenzburg)
- Elektroversorgung (TBR Rupperswil)

- Telefonleitungen (Swisscom AG, Olten)
- Fernsehversorgung (Yetnet Rupperswil, WD-Comtec AG, Schönenwerd)

### 3.2 Dokumente

- Agis Karten Kanton Aargau: Bauzonenplan Rupperswil
- Gewässerschutzkarte
- Gefahrenkarte Hochwasser
- Grundwasserkarte
- Versickerungskarte
- Kataster der belasteten Standorte
- BAFU Karten: Gefährdungskarte Oberflächenabfluss

### 3.3 Normen und Weisungen

- Normenwerk des VSS
- Normenwerk des SIA
- Kantonale Richtlinien und Weisungen BVU, ATB, AfU

## 4. Bestehende Verhältnisse

Der Höhen-/ Ahorn- und Tannenweg befinden sich am Südwestlichen Rand der Gemeinde Rupperswil. Es handelt sich um ein reines Einfamilienhausquartier.

Das Quartier ist nebst der Kanalisation mit einer Wasser-, Gas-, Telefon- und Elektroleitungen erschlossen. Die Leitungen für die Fernsehversorgung verlaufen grössten Teils über private Parzellen.

Es handelt sich um eine Quartiererschliessungsstrassen.



Abbildung 1: Orthofoto (Quelle: AGIS Viewer © Kanton Aargau)

### 4.1 Kanalisation

Die bestehenden Entwässerungsanlagen im Projektierungsabschnitt Höhenweg / Ahornweg / Tannenweg wurden aus den Werkplänen Abwasser der Gemeinde Rupperswil übernommen und vor Ort durch Aufnahmen überprüft.



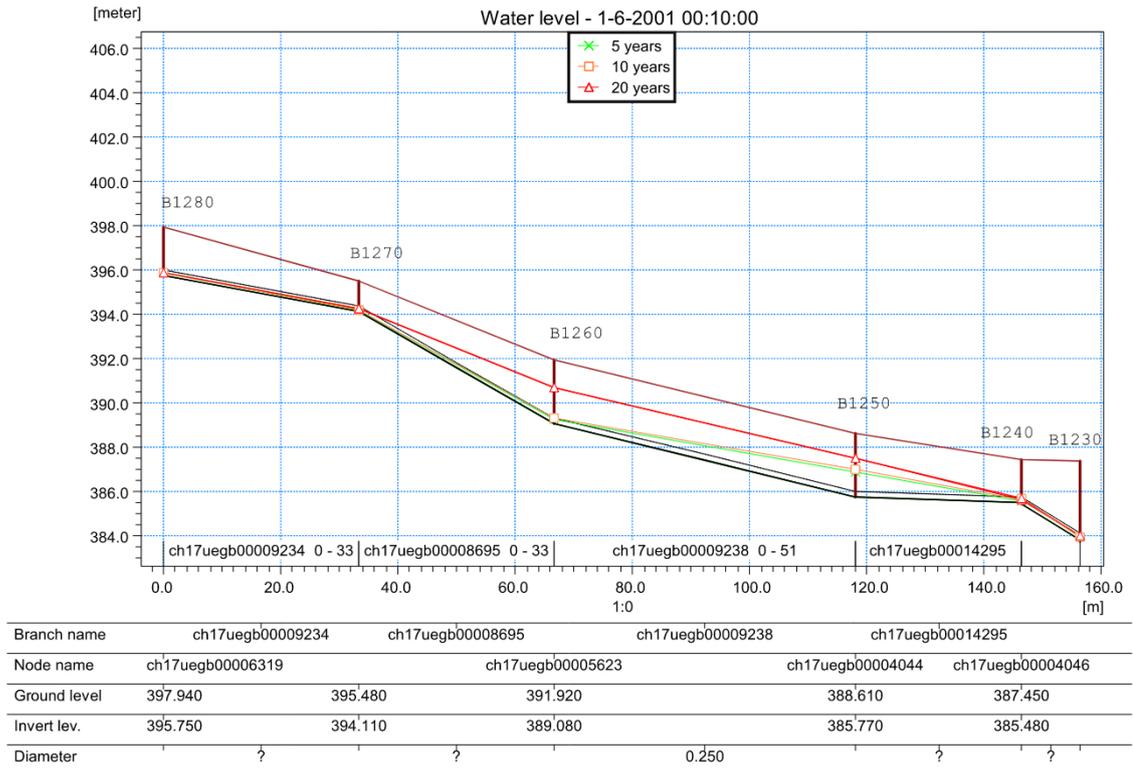


Abbildung 4: Längenprofil Ahornweg aus der Hydraulik, PORTA AG Lenzburg, Stand GEP-Phase1, IST-Zustand

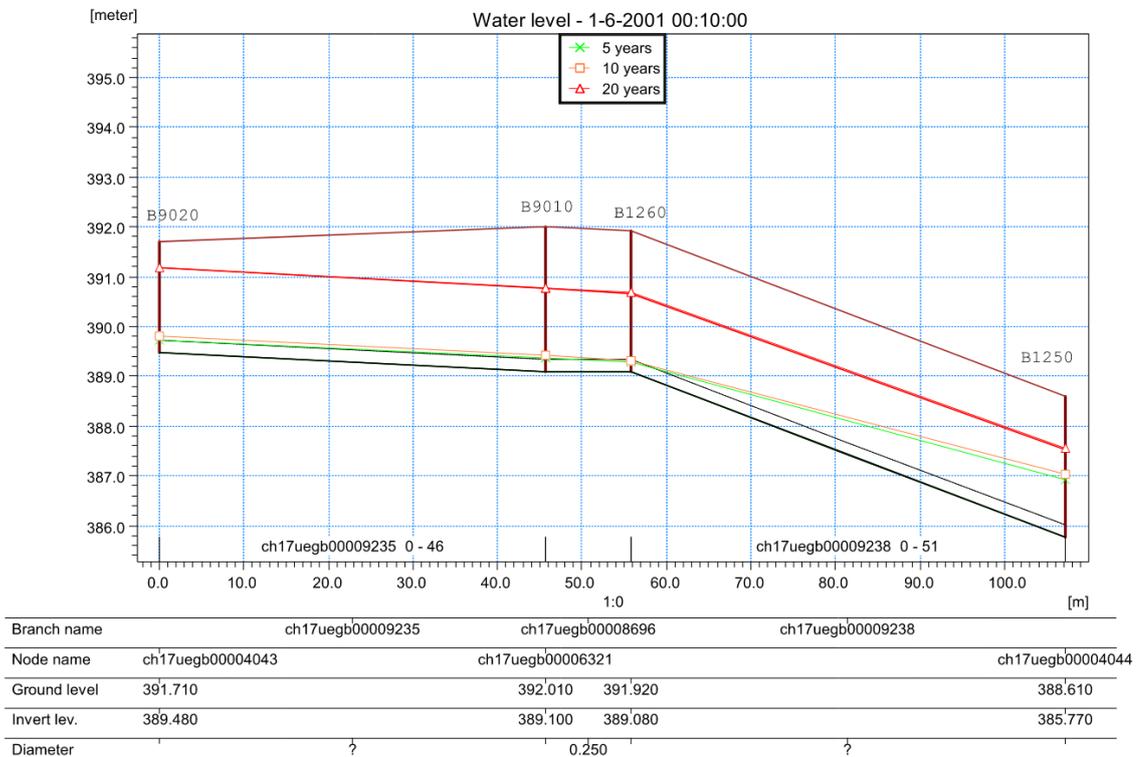


Abbildung 5: Längenprofil Tannenweg/Ahornweg aus der Hydraulik, PORTA AG Lenzburg, Stand GEP-Phase1, IST-Zustand

Die bestehende Haltung KS B1270 – KS B1280 weist diverse Schäden auf. Die Haltung muss renoviert werden.

Im Bereich der neu zu erstellenden Kanalisationsleitung sind total 5 Liegenschaft direkt an die Leitungen angeschlossen. Mit der Bauausführung ist dies noch einmal zu überprüfen.

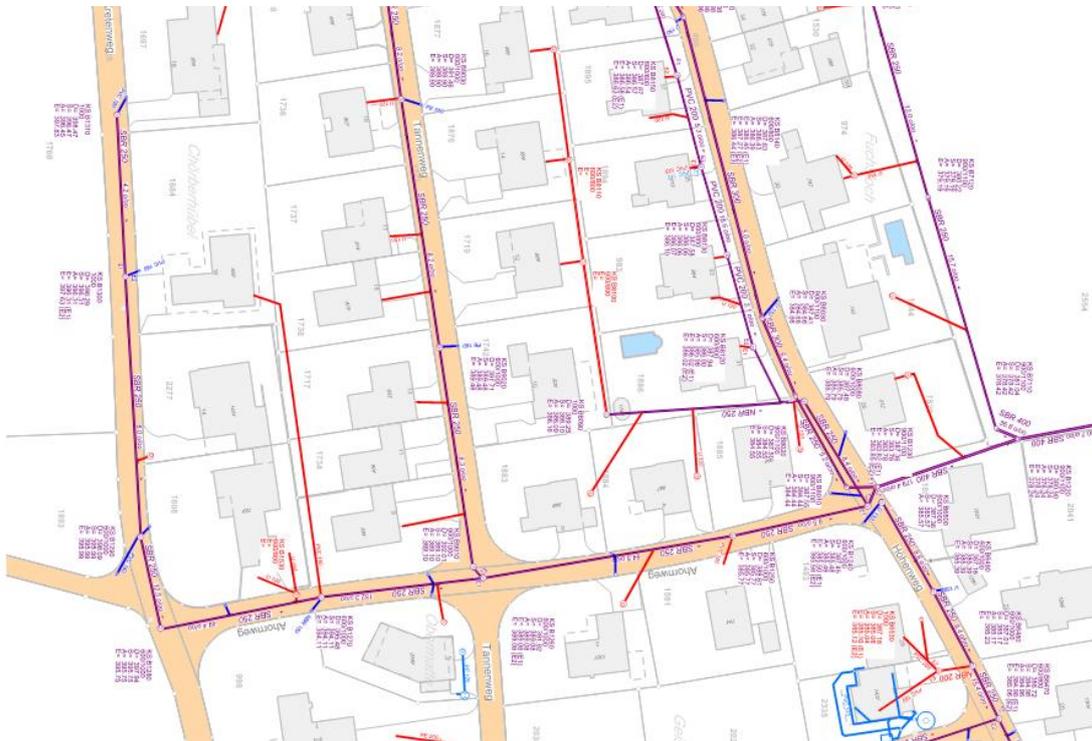


Abbildung 6: Ausschnitt aus dem Werkkataster der Gemeinde Rupperswil

## 4.2 Wasserversorgung

Im Höhen- und Ahornweg befindet sich eine bestehende Wasserleitung für die Trinkwasserversorgung und den Löschschutz. Die Leitung besteht aus Grauguss und ist ca. 70 Jahre alt. Im Ausbaubereich befinden sich 2 Hydranten.

Die bestehende Wasserleitung im westlichen Abschnitt des Tannenweges ist ca. 50 Jahre alt.

Das spröde Rohrmaterial (Grauguss) ist sehr empfindlich auf Erschütterungen, welche zu Rohrbrüchen führen können.

Bei diesem Leitungsmaterial verfaulen im Laufe der Zeit die damals verwendeten Hanfstricke für die Abdichtung der Muffen, dadurch kann das Leitungssystem undicht werden.



Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Werkkataster der Gemeinde Rupperswil

### 4.3 Elektroversorgung

Im Bereich Höhenweg/Ahornweg/Tannenweg befindet sich ein bestehendes Elektrotrasse. Mit der Strassensanierung wird die TBR das Elektrotrasse mit weiteren Leitungen ergänzen.



Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Werkkataster der Gemeinde Rupperswil

### 4.4 Strassenbau

Die bestehende Strassenbreiten betragen 5.00 bis 5.50 Meter

Der bestehende Belag im Höhen- und Ahornweg ist zum Teil stark gerissen und weist Sanierungsbedarf auf. Zudem sind viele Belagsflicke vorhanden.

Zu den Privatparzellen sind die Strassenabschlüsse vorhanden und grösstenteils in einem guten Zustand.

Eine Strassenentwässerung ist vorhanden. Die Einlaufroste entsprechen aber nicht mehr den heutigen Anforderungen.

Durch die Firma TFB AG, Wildeggen, wurden im Projektperimeter sechs Belagsproben entnommen und ausgewertet. Der bestehende Belagsaufbau beträgt zwischen 6 und 10 cm. Der PAK-Gehalt der entnommenen Bohrkernproben wurde analytisch bestimmt. Dabei wurden PAK-Werte zwischen 850 bis 1'000 mg/kg gemessen. Gemäss der VVEA ist die Entsorgung des bestehenden Belags in einer normalen Deponie (VVEA Typ B) zugelassen.

Im Anpassungsbereich des Kretenweges beträgt der Belagsaufbau 3 cm, mit einem PAK-Gehalt von 2'400 mg/kg. Gemäss der VVEA ist die Entsorgung des Belags in eine Deponie (VVEA Typ E) notwendig.

Zusammen mit den Belagsproben wurde auch der bestehende Strassenkoffer untersucht. Die Kiesgemischproben wurden mit einer Siebkurvenanalyse geprüft, die Kornverteilung liegt im Bereich der Toleranz der erforderlichen Korngrössenverteilung.

Der Strassenbelag ist durch einen 2-schichtigen Belag (Gesamtstärke 10 cm, Verkehrsklasse T2) zu ersetzen. Die Strassenfundament ist grundsätzlich in einem guten Zustand und wird, wenn nötig nur örtlich ersetzt bzw. ergänzt.

Die Kandelaberfundamente sowie die Leuchten sind veraltet und sind durch neue Kandelaber zu ersetzen.



**Abbildung 1** Zustand Strasse Knoten Höhenweg/Ahornweg  
(Quelle: Bodmer Bauingenieure AG)



**Abbildung 2** Zustand Strasse Bereich Ahornweg 4  
(Quelle: Bodmer Bauingenieure AG)



**Abbildung 3** Zustand Strasse Knoten Ahornweg/Tannenweg  
(Quelle: Bodmer Bauingenieure AG)



**Abbildung 2** Zustand Strasse Tannenweg  
(Quelle: Bodmer Bauingenieure AG)

## 5. Projekt

### 5.1 Kanalisation

Das Projekt stützt sich auf die genehmigte Generelle Entwässerungsplanung aus dem Jahre 2000 und dem GEP2-Ingenieur, Porta AG, Lenzburg. Angaben zu den bestehenden Anlagen konnten den GEP-Unterlagen und dem Werkplan Abwasser entnommen werden.

Gemäss dem Generellen Entwässerungsplan und dem GEP2-Ingenieur sind die Haltungen zwischen KS B 1240 bis KS B8020, KS B1230 bis KS B1260 und KS B1260 bis KS B9020 auszubauen. Alle neuen Leitungen werden mit Betonrohren, NW 400 mm ausgeführt. Die gesamte Leitungslänge beträgt 160.00 m.

Soweit möglich werden die bestehenden Kontrollschächte weiterverwendet. Die Rohranschlüsse und die Bankette werden an die neuen Durchmesser angepasst.

Der VS B1230 muss neu erstellt und vergrössert werden. Der neue VS B1230 wird mit dem Centub-Schachtsystem NW 1'500/600 mm ausgeführt. Die übrigen neuen Kontrollschächte werden mit dem Centub-Schachtsystem NW 1'000/600 erstellt.

Der Anschluss der bestehenden Sammelleitung beim KS B8080 erfolgt hochliegend und wird ausserhalb des Schachtes mit einem Schwanenhals auf das Niveau der Durchlaufrinne geführt.

Bei allen bestehenden Kontrollschächten werden die Einstiegsdeckel ersetzt.

Die bestehende Haltung KS 1270 – KS 1280 im Ahornweg ist in einem schlechten Zustand. Die Haltung wird mit einem Inliner renoviert.

#### 5.1.1 Haltungsdaten Kanalisation (Neubau)

Haltung KS Nr. – KS Nr.	Länge [m']	Rohr- material	Fabrikat	Ø in [mm]	Bettung SIA 190	Zone
1230 - 8010	4.15	Betonrohre	Centub	400	U2	Au
8010 - 8080	18.25	Betonrohre	Centub	400	U2	Au
80800 - 8020	6.20	Betonrohre	Centub	400	U2	Au

1230 – 1240	20.30	Betonrohre	Centub	400	U2	Au
1240 – 1250	33.46	Betonrohre	Centub	400	U2	Au
1250 – 1260	28.68	Betonrohre	Centub	400	U2	Au

1260 - 9010	2.90	Betonrohre	Centub	400	U2	Au
9010 – 9020	45.30	Betonrohre	Centub	400	U2	Au

#### 5.1.2 Haltungsdaten Kanalisation (Renovation)

Haltung KS Nr. – KS Nr.	Länge [m']	Rohr- material	Fabrikat	Ø in [mm]	Bettung SIA 190	Zone
1270 - 1280	33.00	Betonrohre	SBR	250		Au

#### 5.1.3 Daten Kontrollschächte

Schacht Nr.	Material	Fabrikat	Abmessungen [mm]	Zone
VS B1230	Beton	Centub	1'500 / 600	Au
KS B8010	Beton	Centub	1'000 / 600	Au
KS B8080	Beton	Centub	1'000 / 600	Au
KS B8020	Beton	Centub	1'000 / 600	Au

KS B1230	Beton	Centub	1'500 / 600	Au
KS B1240	Beton	Centub	1'000 / 600	Au
KS B1250	Beton	Centub	1'000 / 600	Au
KS B1260	NBR	bestehend	1'000 / 600	Au

KS B1260	NBR	bestehend	1'000 / 600	Au
KS B9010	NBR	bestehend	1'000 / 600	Au

<b>KS B9020</b>	<i>NBR</i>	<i>bestehend</i>	<i>1'000 / 600</i>	<i>Au</i>
-----------------	------------	------------------	--------------------	-----------

<b>KS B 1270</b>	<i>NBR</i>	<i>bestehend</i>	<i>1'000 / 600</i>	<i>Au</i>
<b>KS B 1280</b>	<i>NBR</i>	<i>bestehend</i>	<i>1'000 / 600</i>	<i>Au</i>

#### 5.1.4 Leitungsnivellette

Die Höhenlage der neuen Schmutzwasserleitung entspricht in etwa der bestehenden.

Die Sohlengefälle betragen zwischen 6.90 ‰ und 65.70 ‰.

Die Schachttiefen betragen zwischen 2.28 und 3.58 m.

#### 5.1.5 Rohrmaterial und Rohrstatik

Für den Leitungsneubau werden CENTUB-Rohre, armiert,  $\varnothing$  400 mm, verwendet.

Provisorien und ES-Anschlüsse werden mit PP Rohrleitungen ausgeführt.

Der Statische Rohrnachweis wurde erstellt und liegt im Anhang bei.

#### 5.1.6 Hydraulische Berechnung

Im Zusammenhang mit dem GEP wurde das komplette Kanalnetz der Gemeinde Ruppertswil berechnet. Aus Kapazitätsgründen muss im Projektierungsabschnitt das Leitungskaliber auf  $\varnothing$  400 mm vergrössert werden. Die neuen Leitungskaliber entsprechen den Angaben gemäss GEP.

Auf eine erneute hydraulische Berechnung wurde verzichtet.

#### 5.1.7 Schachtbauwerke und Einlaufschächte

Der neue Vereinigungsschacht B1230 wird als vorgefertigte Centub Schacht  $\varnothing$  1'500 mm mit integrierter Dichtung ausgeführt. Die übrigen projektierten Kontrollschächte werden als vorgefertigte Centub Schacht  $\varnothing$  1'000 mm mit integrierter Dichtung ausgeführt.

Als Schachtabdeckungen werden Guss-Beton Abdeckungen verwendet, die stufenlos auf die fertige Belagshöhe hochgezogen werden können. Als Einstiegshilfen werden Schachtleitern versetzt.

Im Bereich Ahornweg/Tannenweg werden die neuen Leitungen an die bestehenden Schächte angeschlossen und die Durchlaufrinnen und Bankette angepasst. Alle Schachtabdeckung bei den bestehenden Schächten werden ersetzt.

Im Projektierungsabschnitt sind 4 bestehende Einlaufschächte vorhanden, die an die neue Kanalisationsleitung angeschlossen werden.

#### 5.1.8 Hausanschlüsse

Im Rahmen von Arbeiten an öffentlichen Abwasserleitungen sind die privaten Hausanschlussleitungen zu kontrollieren und nötigenfalls zu sanieren (Reparatur, Renovation) oder zu ersetzen.

Im Ausbaubereich hat es 5 Liegenschaften, welche an das neue Leitungsnetz angeschlossen werden. Im Abschnitt der Renovation sind 3 Liegenschaften an das Leitungsnetz angeschlossen.

Die Zustandsaufnahmen und die Auswertung erfolgen durch die Gemeinde im Rahmen des Gesamtprojektes. Eine allfällige Verfügung einer Sanierung oder eines Leitungsersatzes erfolgt vor der Ausführung der Kanalisationsarbeiten. Die Kosten die Sanierung des Hausanschlusses trägt der Liegenschaftseigentümer.

#### 5.1.9 Dichtigkeitsprüfungen / Bauabnahme

Die projektierten Kanalisationsleitungen liegen in der Gewässerschutzzone Au.

Sämtliche Schachtdistanzen werden mit Luft geprüft. Die Prüfung richtet sich nach den Vorschriften der SIA 190 und der EN 1610. Die Prüfzeiten ergeben sich unter Berücksichtigung des Prüfverfahrens (LA bis LD) und der Rohrdurchmesser aus der Tabelle 3 der DIN EN 1610. Die Rohrleitungen gelten als dicht, wenn der nach der Prüfzeit gemessene Druckabfall  $\Delta p$  geringer ist als der in Tabelle 3 aufgeführte Wert. Die Bauabnahme der Leitungen erfolgt mittels Kanalfernsehen.

#### 5.1.10 Grabenbau

Die Leitungen werden in einem gespriessten Graben ausgeführt. Bei geringen Grabentiefen (seitliche Anschlüsse) erfolgt die Verlegung der Rohre in einem V-Graben oder einem ungespriessten U-Graben.

Das Aushubmaterial wird aufgrund der engen Platzverhältnisse abtransportiert.

### 5.2 Wasserversorgung

Im Höhenweg wird die 73-jährige Wasserleitung aus Grauguss im Bereich des Kanalisationsneubau durch eine neue Wasserleitung aus Kunststoffröhren ersetzt.

Im Ahornweg wird die 67-jährige Wasserleitung aus Grauguss vom Höhenweg bis zum Kretenweg durch eine neue Wasserleitung aus Kunststoffröhren ersetzt.

Das Leitungsmaterial besteht aus PE 100, PN 16 (S-5) mit der Nennweite 160.0 / 130.8 mm auf einer Länge von 166 m.

Die bestehenden Streckenschieber werden durch neu Guss-Schieber ersetzt.

Die bestehende 53-jährige Wasserleitung im Tannenweg wird nicht ersetzt.

Alle Hausanschlussleitungen werden im Strassenbereich ersetzt und mit einem neuen HA-Schieber an die neue Leitung angeschlossen.

Die Leitung wird, wo möglich in einem Gemeinschaftsgraben mit der Kanalisation und/oder der EW-Leitung, in einer Tiefe von 1.50 m verlegt.

Der Graben ist mit geeignetem Material (Wandkies, Recyclingkies ohne bituminöses Belagsgut und gebranntes Tonmischgut) aufzufüllen und hoch zu verdichten.

Im Ausbaubereich befinden sich die Hydranten Nr. 142 und 145. Beide Hydranten werden ersetzt. Der Hydrant Nr.142 wird um ca. 10 m verschoben.

Vor Baubeginn wird bei den Grundstückeigentümern abgeklärt, ob gleichzeitig mit der Hauptleitung auch die einzelnen Hausanschlüsse bis zur Liegenschaft erneuert werden sollen. Die Kosten für die Erneuerung der Hausanschlüsse haben die Grundstückeigentümer zu tragen.

### 5.3 Elektroversorgung

Im Zusammenhang mit der Strassensanierung ergänzt die TBR ihre Kabeltrassen im Bereich des Projektperimeters.

Die Grabenlänge für die Elektrolabel betragen rund 275 Meter. Im Knotenbereich Höhenweg/Ahornweg wird ein neuer EW-Normschacht, 2.54/1.00 m, i.L., versetzt. Im Ahornweg und im Kretenweg wird ein neuer EW-Normschacht, 1.00/1.00 m, i.L., versetzt.

Ergänzend zum bestehenden EW-Trasse werden zusätzliche Leerrohre verlegt.

### 5.4 Strassensanierung

Die Verkehrsführung bleibt gegenüber der heutigen Situation bestehen. Die heutige Strasse weist eine Fahrbahnbreite von 5.0 – 5.50 m auf. Es erfolgen keine Änderungen in der Strassengeometrie. Die Ausbaugeschwindigkeit beträgt 30 km/h.

Die bestehenden Randabschlüsse sind soweit ersichtlich in einem guten Zustand und müssen nicht ersetzt werden. Stellenweise müssen lose Abschlüsse anbetoniert oder neuversetzt werden. Im Bereich des neuen VS B1230 muss die bestehende Stellplatte entfernt und später wieder versetzt werden.

Durch die Firma TFB AG, Wildegg, wurden im Projektperimeter sechs Belagsproben entnommen und ausgewertet. Der PAK-Gehalt der entnommenen Bohrkerns wurde analytisch bestimmt. Dabei wurden PAK-Werte zwischen 850 bis 1'000 mg/kg gemessen. Gemäss der VVEA ist die Entsorgung des bestehenden Belags in einer normalen Deponie (VVEA Typ B) zugelassen.

Im Anpassungsbereich des Kretenweges beträgt der PAK-Gehalt 2'400 mg/kg. Gemäss der VVEA ist die Entsorgung des Belags in eine Deponie (VVEA Typ E) notwendig.

Gemäss dem Untersuchungsbericht liegt die Verteilung der Körnung bzw. die Siebkurve der bestehenden Gesteinskörnung in allen Bereichen im Normbereich. Mit der Untersuchung wurden keine ME-Messungen der bestehenden Fundation durchgeführt, es wird angenommen, dass die bestehende Fundation genügend verdichtet ist.

Die bestehende Fundation ist gemäss dem Untersuchungsbericht mind. 50 cm stark und somit für die Strassenklasse T2 genügend stark dimensioniert. Während den Bauarbeiten wird die bestehende Fundation mit Plattendruckversuch (ME-Messungen) sicherheitshalber geprüft.

Aufgrund den Höhenoptimierungen wird die bestehende Fundation punktuell mit rund 10 cm Kiesmaterial ergänzt. Ein allgemeiner Ersatz der Fundationsschicht ist im Sanierungsprojekt nicht vorgesehen.

Als Ergänzungen für den Strassenfundation wird ungebundenes Kiesgemisch 0 – 45 mm, frostsicher, gemäss SN 670119, eingebaut. Für die ca. 5 cm starke Feinplanie wird ein Kiessandgemisch 0-16 mm verwendet. Die Verdichtung auf der Planie hat für die vorhandene Verkehrsbelastung 100 MN/m<sup>2</sup> zu betragen.

Die bestehenden Höhen der Strasse werden weitgehend übernommen. Im Zuge der Werkleitungsarbeiten wird im Höhenweg und im Tannenweg die komplette Tragschicht ersetzt und eine neue Deckschicht eingebaut.

Im Tannenweg wird im Bereich des Kanalisationsgraben ein Grabenflick erstellt.

Das Oberflächenwasser fliesst zu den bestehenden Einlaufschächten und wird in die öffentliche Abwasserleitung abgeleitet. Die bestehenden Guss-Roste werden durch neue, hochziehbare, vom Fabr. BGS AG, Figur N680, mit Betonsockel ersetzt.

Es ist folgender Belagsaufbau vorgesehen:

Tragschicht	70 mm, AC T 22 N
Deckschicht	30 mm, AC 8 N

## 5.5 Strassenbeleuchtung

Die Kandelaber bleiben grösstenteils bestehen. Einzelne Kandelaber werden örtlich leicht versetzt. Zusammen mit dem EW-Trasse wird auf der gesamten Länge ein Leerrohr NW 60 mm verlegt.

## 5.6 Übrige Werkleitungen

Mit dem Ausführungsprojekt ist ein allfälliger Erneuerungsbedarf bei den Werkleitungseigentümern noch einmal zu erheben.

### 5.6.1 Gasversorgung

Im Projektierungsperimeter ist eine Gasleitung vorhanden. Im Höhenweg muss im Bereich des neuen Kontrollschachtes B8080 die Gasleitung örtlich umgelegt werden.

### 5.6.2 Telefonversorgung

Im Projektierungsperimeter sind TT-Leitungen mit Schächten vorhanden.

### 5.6.3 Fernsehversorgung

Das bestehende TV-Netz tangiert, mit Ausnahme von Querungen, die Grabarbeiten nicht.

Zusammen mit dem EW-Trasse wird auf der gesamten Länge ein Leerrohr NW 60 mm verlegt.

## 6. Kosten

Der detaillierte Kostenvoranschlag ist mit zurzeit gültigen Marktpreisen aufgrund von aktuellen Offertpreisen vergleichbarer Projekte erstellt worden. Als Preisbasis ist März 2023 zu betrachten.

Alle Beträge inkl. 7.7 % MWSt. Kostengenauigkeit +/- 10%.

### 6.1 Abwasser

110	Bauarbeiten / Instandhaltungen	Fr.	387'500.00
120	Nebenarbeiten, Fertigstellungen	Fr.	7'500.00
130	Honorare: Technische Bearbeitung	Fr.	52'000.00
<b>Total 100</b>	<b>Total Abwasser</b>	<b>Fr.</b>	<b>447'000.00</b>

### 6.2 Wasserversorgung

210	Bauarbeiten	Fr.	184'500.00
220	Nebenarbeiten, Fertigstellung	Fr.	3'500.00
230	Honorare: Technische Bearbeitung	Fr.	24'000.00
<b>Total 200</b>	<b>Total Wasserversorgung</b>	<b>Fr.</b>	<b>212'000.00</b>

### 6.3 Elektroversorgung

310	Bauarbeiten	Fr.	178'500.00
320	Nebenarbeiten, Fertigstellung	Fr.	3'500.00
330 <sup>1)</sup>	Betriebsausstattung/Kabelarbeiten	Fr.	83'000.00
340	Honorare: Technische Bearbeitung	Fr.	41'000.00
<b>Total 300</b>	<b>Total Elektroversorgung</b>	<b>Fr.</b>	<b>306'000.00</b>

<sup>1)</sup> Angaben durch fs power engineering gmbh

### 6.4 Strassenbau

410	Bauarbeiten	Fr.	163'500.00
420	Nebenarbeiten, Fertigstellung	Fr.	12'000.00
430	Honorare: Technische Bearbeitung	Fr.	20'500.00
<b>Total 400</b>	<b>Total Strassenbau</b>	<b>Fr.</b>	<b>196'000.00</b>

### 6.5 Beleuchtung

510	Bauarbeiten / Instandhaltungen	Fr.	46'500.00
520	Nebenarbeiten, Fertigstellungen	Fr.	500.00
530 <sup>1)</sup>	Betriebsausstattung/Kabelarbeiten	Fr.	11'000.00
540	Honorare: Technische Bearbeitung	Fr.	12'000.00
<b>Total 500</b>	<b>Total Beleuchtung</b>	<b>Fr.</b>	<b>70'000.00</b>

<sup>1)</sup> Angaben durch fs power engineering gmbh

## 6.6 Zusammenstellung der Investitionskosten, inkl. MwSt.

Abwasser	Fr.	447'000.00		
Wasserversorgung	Fr.	212'000.00		
Elektroversorgung	Fr.	306'000.00		
<b>Total Eigenwirtschaftsbetriebe</b>	<b>Fr.</b>		<b>Fr.</b>	<b>965'000.00</b>

Strassenbau	Fr.	196'000.00		
Beleuchtung	Fr.	70'000.00		
<b>Total zu Lasten EWG Rupperswil</b>	<b>Fr.</b>		<b>Fr.</b>	<b>266'000.00</b>

<b>Total Erstellungskosten</b>			<b>Fr.</b>	<b>1'231'000.00</b>
--------------------------------	--	--	------------	---------------------

## 7. Bauablauf und Verkehrsführung während den Bauphasen

Die Bauausführung erfolgt in Etappen. In der ersten Etappe werden die Kanalisations- und Werkleitungsarbeiten im Höhenweg ausgeführt. Anschliessend erfolgen die Arbeiten im Ahornweg vom Höhenweg bis zum Kretenweg. Als letzte Etappe erfolgen die Arbeiten im Tannenweg.

Die Strasse wird für den Durchgangsverkehr innerhalb der Etappe gesperrt. Der Verkehr kann über das Quartier umgeleitet werden.

Mit den betroffenen Anwohnerinnen und Anwohner werden die möglichen Zu- und Wegfahrten vor Baubeginn besprochen.

Für die Ausführung der Arbeiten wird mit einer Bauzeit von ca. 4 - 5 Monaten gerechnet.

## 8. Weitere Arbeiten zur Durchführung des Bauvorhabens

Für die Realisierung des Bauvorhabens sind folgende weiteren Beschlüsse erforderlich, bzw. Arbeiten auszuführen:

Genehmigung des Projektes und Freigabe für die Kreditvorlage	Gemeinderat
Ausarbeiten der Vorlagen für die Gemeindeversammlung	Gemeinderat
Zustimmung und Freigabe für die Submission	Gemeinderat
Genehmigung Kanalisationsprojekt	BVU, AfU
Submission	Projektverfasser
Arbeitsvergabe	Gemeinderat
Projektorientierung Anstösser	Gemeinderat / Ingenieurbüro
Erstellen Detailprojekt	Projektverfasser
Bauausführung	Ingenieurbüro

Aarau, 27. März 2023

Der Projektverfasser:

 **Bodmer** Bauingenieure AG

Sachbearbeiter:

Rolf Wagner

## **I. Statischer Nachweis Rohrleitungen**

# Ergebnisse

## Projektdaten

Kundenname	Gemeinde Rapperswil
Projekt	Höhenweg / Ahornweg / Tannenweg
Abschnitt	Ahornweg
Nummer	
Sachbearbeiter	Rolf Wagner
Datum	31.01.2023
Bemerkung	Strassenbereich

## System Übersicht

### Rohrwerte Betonrohr

Produkt		Centub bewehrt	
Rohrtyp	DN	400	mm
Festigkeitsklasse	FK	200	
Kurzzeit E-Modul Rohr	$E_{R\text{ KURZ}}$	30000	$\text{N/mm}^2$

### Querschnittswerte Betonrohr

Radius	r	0.24	m
Wandstärke	e	0.08	m
Sohlenbeton	$s_u$	0.15	m
Hüllbeton über dem Rohr bei Profil 4	$s_o$	0.00	m
Durchmesser innen	$d_i$	0.40	m
Durchmesser aussen	$d_a$	0.55	m
Querschnittswerte	A	0.0750	$\text{m}^2$
Widerstandsmoment	W	0.0009	$\text{m}^3$

<b>Profil</b>	U/V	2	
---------------	-----	---	--

<b>Systemsteifigkeit</b>	SF	43.738	steif
--------------------------	----	--------	-------

### Überdeckungshöhe

Überdeckungshöhe	H	2.75	m
OK Terrain - OK Rohrsohle		3.225	m

### Boden

Feuchtraumgewicht des Baugrundes	$\gamma$	20	$\text{kN/m}^3$
Raumgewicht unter Auftrieb	$\gamma'$	11	$\text{kN/m}^3$
Verformungsmodul des Bodens	$E_b$	3	$\text{N/mm}^2$
Erddruckbeiwert	K	0.5	-
Setzungs-Durchbiegungsziffer $C_2$	$C_2$	0.65	-

## Berechnung von Betonrohren

<b>Beton</b>	$\sigma$	-0.35	N/mm <sup>2</sup>
--------------	----------	-------	-------------------

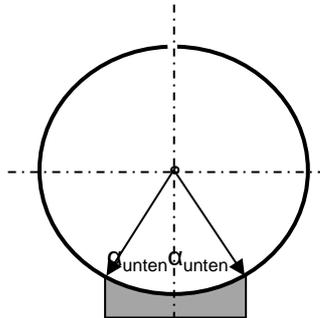
Beton: C16/20: -0.3; C20/25: -0.35; C25/30: -0.4; C30/37: -0.45

### Lastfälle

Flächenlast	nein	q	0	kN/m <sup>2</sup>
Strassenverkehr	$\psi$	1.03	alpha	0.9
Grundwasser	nein			
Druckleitung	Rohr leer			

Lagerungstyp	Profil	2	rad	Grad
Lastausbreitungswinkel über dem Rohr	$\alpha_{\text{oben}}$		1.0472	90
Lastausbreitungswinkel unten	$\alpha_{\text{unten}}$		1.0472	60
Winkel für die Erddruck-Wirkungshöhe	$\delta$		2.0943	120

### Lastausbreitungswinkel



### Weitere Kenngrößen in Abhängigkeit des Profils

ZE-Wert	2.50
Setzungs-Durchbiegungsziffer $C_2$	0.65
Ausladungsziffer $C_3$	0.75
$C_1 = C_2 C_3$	0.49
<b>Konzentrationsfaktor <math>\lambda_{\text{max}}</math></b>	<b>1.55</b>

### Lastvergrößerung

Lastvergrößerungsfaktor f	1.158
---------------------------	-------

### Rohrkrümmung

aussen	$\alpha_{\text{ka}}$	0.8947
innen	$\alpha_{\text{ki}}$	1.1053

### Erd- bzw. Stützdruckbeiwerte

K	0.5
$K_{\text{Rad}}$	0.50
$K_{\text{st}}$	0.30

## Einwirkungen

### Vertikale Einwirkungen

#### Eigengewicht Rohr

Gewicht pro m <sup>2</sup>	g	$e \gamma_R$	1.80	kN/m <sup>2</sup>
Rohrgewicht	G	$2 \pi r g$	2.69	kN/m
Auftrieb bei Grundwasser	F <sub>A</sub>		0.00	kN/m
Zusatzgewicht bei vollem Rohr	G <sub>w</sub>	$\gamma_w \pi 1/4 d_i^2$	0.00	kN/m

#### Erdaufasten

Effektive Erdaufast ab OK Terrain bis Rohrscheitel	q <sub>s Erde</sub>	$\sigma_{vErde} \lambda f$	98.64	kN/m <sup>2</sup>
--	---------------------	----------------------------	-------	-------------------

#### Flächenlast

Auflast	q	0	kN/m <sup>2</sup>
Tiefe unter OK Terrain	t	0	m
Länge belastete Fläche x-Richtung	a	0	m
Breite belastete Fläche y-Richtung	b	0	m
Abstand P vom Mittelpunkt	x	0	m
Abstand P vom Mittelpunkt	y	0	m
Spannung auf Niveau Rohrscheitel	$\sigma = \sigma f$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

Ständige Lasten auf Rohrscheitel	q <sub>s1</sub>	98.64	kN/m <sup>2</sup>
----------------------------------	-----------------	-------	-------------------

#### Verkehrslasten

Art der Verkehrslast	B1: Strassenverkehr
Alpha-Wert:	0.9
Dynamischer Beiwert	1.03

#### Strassenverkehrslast: ungünstigste Stellung

Radlast mit $\alpha$ und $\psi$	q <sub>s2 Rad</sub>	$\alpha \psi f p_{vR}$	6.25	kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslasten - Radlast	q <sub>s2 Teil</sub>	$\alpha \psi f p_{vT}$	22.98	kN/m <sup>2</sup>
Gesamte Strassenverkehrslasten	q <sub>s2</sub> =q <sub>Ges2i</sub>	$\alpha \psi f p_{vG}$	29.24	kN/m <sup>2</sup>

#### Strassenverkehrslast: Strassenrand

Radlast mit $\alpha$ und $\psi$	q <sub>s2 Rad</sub>	$\alpha \psi f p_{vR}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslasten - Radlast	q <sub>s2 Teil</sub>	$\alpha \psi f p_{vT}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Gesamte Strassenverkehrslasten	q <sub>s2</sub> =q <sub>Ges2i</sub>	$\alpha \psi f p_{vG}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

#### Untergeordnete Strasse

Radlast mit $\alpha$ und $\psi$	q <sub>s2 Rad</sub>	$\alpha \psi f p_{vR}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslasten - Radlast	q <sub>s2 Teil</sub>	$\alpha \psi f p_{vT}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Gesamte Nebenstrassenverkehrslasten	q <sub>s2</sub> =q <sub>Ges2i</sub>	$\alpha \psi f p_{vG}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

**Eisenbahnlasten**

<b>ingleisig</b>	$q_{s2 \text{ Bahn}}$	$\alpha \psi f p_{vB}$	0.00	$\text{kN/m}^2$
<b>mehrgleisig</b>	$q_{s2 \text{ Bahn}}$	$\alpha \psi f p_{vB}$	0.00	$\text{kN/m}^2$
<b>schmalspur</b>	$q_{s2 \text{ Bahn}}$	$\alpha \psi f p_{vB}$	0.00	$\text{kN/m}^2$

**Übersicht vertikale Lasten**

<b>Ständige Lasten auf Rohrscheitel</b>	$q_{s1}$	98.64	$\text{kN/m}^2$
<b>Verkehrslasten auf Rohrscheitel</b>	$q_{s2}$	29.24	$\text{kN/m}^2$

**Überlagerung vertikale Einwirkungen**

Alle Vertikallasten auf dem Scheitel	$q_{ser}$	$q_{s1}+q_{s2}$	127.88	$\text{kN/m}^2$
Für Tragsicherheit: totale Vertikallast auf Rohrscheitel (Lastfaktoren gem. SIA 260 Tab 1)	$q_{ds}$	$1,5q_{s2} + 1,35(q_{s1}+\sigma)$	177.02	$\text{kN/m}^2$

**Horizontale Einwirkungen**

Erddruck vom Scheitel bis $\delta$ , effektiv	$q_h$	$K(q_{s1}+q_{s2\text{Teil}})+ K_{rad} q_{s2\text{Rad}}$	63.94	$\text{kN/m}^2$
Stützdruck von $\delta$ bis $180^\circ$	$q_{stütz}$	$KSt (q_{s1}+q_{s2})$	38.36	$\text{kN/m}$

**Spezielle Einwirkungen**

**Wasser**

**Grundwasser**

Grundwasser ja/nein		nein	
Wasserspiegel ab OK Terrain	$h_w$	0	m
WSp. über Mitte Rohrwand oben	$\Delta h$	0	m
Wasserdruck Mitte Rohrwand oben	$w_s$	0	$\text{kN/m}^2$

**Druckleitung**

Volles Rohr ja/nein		nein	
Wasserüberdruck innen über Rohrscheitel	$\Delta p_{wi}$	0	$\text{kN/m}^2$

## Nachweise

### 1. Verformungsnachweis

>>>> entfällt bei steifen Rohren

### 2. Tragfähigkeitsnachweis

Bemessungswert vertikale Einwirkung	$q_{ds}$	177.02	$\text{kN/m}^2$
Aussendurchmesser $d_a$	$d_a$	0.55	m
Bemessungswert als Linienlast	$q_{ds}^{\circ} = q_{ds} d_a$	97.36	$\text{kN/m}$
Scheiteldruckfestigkeit	$q_{Br}$	80.00	$\text{kN/m}$
Tragfähigkeit	$ZE q_{Br}/1.2$	166.6666667	$\text{kN/m}$

Ist die Tragfähigkeit erfüllt/ nicht erfüllt ?	$q_{ds}^{\circ}$ erfüllt ?	97.36	$q_{ds}^{\circ} < ZE q_{Br}/1.2$	166.6666667	<b>erfüllt</b>
--	----------------------------	-------	----------------------------------	-------------	----------------

### 3. Auftriebsstabilität

Erdauflast plus Spickel (ohne $\lambda_{max}$ )	$G+G'$	30.90	$\text{kN/m}$
leeres Rohr	$G_R$	2.69	$\text{kN/m}$
Total		33.59	$\text{kN/m}$
Total stabilisierend, abgemindert	$0.9(G+G'+G_R)$	30.23	$\text{kN/m}$

Auftriebskraft	$F_A$	0.00	$\text{kN/m}$
Vergrösserte Auftriebskraft	$1.05 F_A$	0.00	$\text{kN/m}$

Ist die Stabilität erfüllt?		0.00	$1.05 F_A < 0.9(G+G'+G_R)$	30.23	<b>erfüllt</b>
-----------------------------	--	------	----------------------------	-------	----------------

#### 4. Gebrauchstauglichkeitsnachweis Betonrohr

##### Schnittkräfte

Normalkräfte in kN/m	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Rohreigengewicht mit Linienlagerung	-0.21	0.09	0.67	0.86	0.21
Gleichm. verteilte Auflast $q_{ser}$ mit Linienl.	-3.22	12.91	30.37	23.75	3.22
Sohlpressung infolge Linienlagerung	2.52	1.78	0.00	-5.90	-2.52
Erddruck	14.58	7.16	0.00	5.80	8.20
Stützdruck	0.37	0.26	0.00	1.08	4.19
Äusserer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Äusserer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Superposition der Normalkräfte</b>	<b>14.03</b>	<b>22.20</b>	<b>31.04</b>	<b>25.59</b>	<b>13.30</b>

Druck = positiv

Zug = negativ

Momente in kNm/m	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Rohreigengewicht mit Linienlagerung	0.05	0.01	-0.06	-0.03	0.15
Gleichm. verteilte Auflast $q_{ser}$ mit Linienl.	2.16	0.13	-2.21	-0.64	4.24
Sohlpressung infolge Linienlagerung	-0.29	-0.11	0.31	0.63	-2.35
Erddruck	-0.83	0.02	0.82	-0.10	-0.67
Stützdruck	-0.04	-0.01	0.05	0.06	-0.14
Äusserer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Äusserer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Superposition der Momente</b>	<b>1.05</b>	<b>0.04</b>	<b>-1.09</b>	<b>-0.09</b>	<b>1.23</b>

Positives Biegemoment: Zug innen; Druck aussen

Negatives Biegemoment: Zug aussen; Druck innen

## Spannungsnachweis Betonrohr (inkl. Krümmung)

Grenzwert der Spannung beim Betonrohr

-4.50 N/mm<sup>2</sup>

Spannungen in N/mm <sup>2</sup>	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
infolge Normalkraft	0.19	0.30	0.41	0.34	0.18
infolge Moment aussen	1.00	0.04	-1.04	-0.08	1.17
infolge Moment innen	-1.24	-0.05	1.28	0.10	-1.45

Randspannungen in N/mm <sup>2</sup>	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Spannungen aussen	1.19	0.33	-0.62	0.26	1.35
Spannungen innen	-1.05	0.25	1.69	0.44	-1.27

Spannungsnachweis OK/ Nicht OK	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Spannungen aussen	OK	OK	OK	OK	OK
Spannungen innen	OK	OK	OK	OK	OK

Druck = positiv

Zug = negativ

### Zugkraft im Sohlenbeton zur Aufnahme der Stützdruck-Kraft

Biegezugrand-Grenzsp. im Hüllbeton	$\sigma_{gr}$	-0.35	N/mm <sup>2</sup>
Zugkraft infolge Stützdruckkraft	Zstütz	-4.56	kN
Dicke Sohlenbeton gemäss Norm	su	0.15	m

Spannungen im Sohlenbeton	$\sigma_u$	-0.030	$\sigma_{vorh} < \sigma_{gr}$	-0.3500	erfüllt
---------------------------	------------	--------	-------------------------------	---------	---------

#### Hinweis:

Diese Nachweise machen keine Aussagen über:

- die Tragfähigkeit und das Setzungsverhalten des Untergrundes
- das Verhalten des Rohres in Längsrichtung

# Ergebnisse

## Projektdaten

Kundenname	Gemeinde Rapperswil
Projekt	Höhenweg / Ahornweg / Tannenweg
Abschnitt	Höhenweg
Nummer	
Sachbearbeiter	Rolf Wagner
Datum	31.01.2023
Bemerkung	Strassenbereich

## System Übersicht

### Rohrwerte Betonrohr

Produkt		Centub bewehrt	
Rohrtyp	DN	300	mm
Festigkeitsklasse	FK	200	
Kurzzeit E-Modul Rohr	$E_{R\text{ KURZ}}$	30000	$\text{N/mm}^2$

### Querschnittswerte Betonrohr

Radius	r	0.19	m
Wandstärke	e	0.07	m
Sohlenbeton	$s_u$	0.15	m
Hüllbeton über dem Rohr bei Profil 4	$s_o$	0.00	m
Durchmesser innen	$d_i$	0.30	m
Durchmesser aussen	$d_a$	0.44	m
Querschnittswerte	A	0.0700	$\text{m}^2$
Widerstandsmoment	W	0.0008	$\text{m}^3$

<b>Profil</b>	U/V	2	
---------------	-----	---	--

<b>Systemsteifigkeit</b>	SF	75.240	steif
--------------------------	----	--------	-------

### Überdeckungshöhe

Überdeckungshöhe	H	3.1	m
OK Terrain - OK Rohrsohle		3.470	m

### Boden

Feuchtraumgewicht des Baugrundes	$\gamma$	20	$\text{kN/m}^3$
Raumgewicht unter Auftrieb	$\gamma'$	11	$\text{kN/m}^3$
Verformungsmodul des Bodens	$E_b$	3	$\text{N/mm}^2$
Erddruckbeiwert	K	0.5	-
Setzungs-Durchbiegungsziffer $C_2$	$C_2$	0.65	-

## Berechnung von Betonrohren

<b>Beton</b>	$\sigma$	-0.35	N/mm <sup>2</sup>
--------------	----------	-------	-------------------

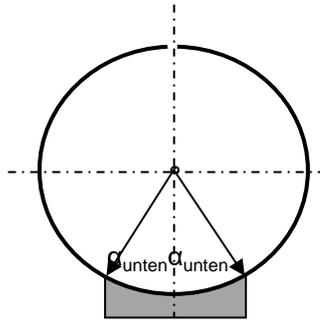
Beton: C16/20: -0.3; C20/25: -0.35; C25/30: -0.4; C30/37: -0.45

### Lastfälle

Flächenlast	nein	q	0	kN/m <sup>2</sup>
Strassenverkehr	$\psi$	1.00	alpha	0.9
Grundwasser	nein			
Druckleitung	Rohr leer			

<b>Lagerungstyp</b>	<b>Profil</b>	2	rad	Grad
Lastausbreitungswinkel über dem Rohr	$\alpha_{\text{oben}}$		1.0472	90
Lastausbreitungswinkel unten	$\alpha_{\text{unten}}$		1.0472	60
Winkel für die Erddruck-Wirkungshöhe	$\delta$		2.0943	120

### Lastausbreitungswinkel



### Weitere Kenngrößen in Abhängigkeit des Profils

ZE-Wert	2.50
Setzungs-Durchbiegungsziffer $C_2$	0.65
Ausladungsziffer $C_3$	0.75
$C_1 = C_2 C_3$	0.49
<b>Konzentrationsfaktor <math>\lambda_{\text{max}}</math></b>	<b>1.55</b>

### Lastvergrößerung

Lastvergrößerungsfaktor f	1.189
---------------------------	-------

### Rohrkrümmung

aussen	$\alpha_{\text{ka}}$	0.8739
innen	$\alpha_{\text{ki}}$	1.1261

### Erd- bzw. Stützdruckbeiwerte

K	0.5
$K_{\text{Rad}}$	0.50
$K_{\text{st}}$	0.30

## Einwirkungen

### Vertikale Einwirkungen

#### Eigengewicht Rohr

Gewicht pro m <sup>2</sup>	g	$e \gamma_R$	1.68	kN/m <sup>2</sup>
Rohrgewicht	G	$2 \pi r g$	1.95	kN/m
Auftrieb bei Grundwasser	F <sub>A</sub>		0.00	kN/m
Zusatzgewicht bei vollem Rohr	G <sub>w</sub>	$\gamma_w \pi 1/4 d_i^2$	0.00	kN/m

#### Erdaufasten

Effektive Erdaufast ab OK Terrain bis Rohrscheitel	q <sub>s Erde</sub>	$\sigma_{vErde} \lambda f$	114.20	kN/m <sup>2</sup>
--	---------------------	----------------------------	--------	-------------------

#### Flächenlast

Auflast	q	0	kN/m <sup>2</sup>
Tiefe unter OK Terrain	t	0	m
Länge belastete Fläche x-Richtung	a	0	m
Breite belastete Fläche y-Richtung	b	0	m
Abstand P vom Mittelpunkt	x	0	m
Abstand P vom Mittelpunkt	y	0	m
Spannung auf Niveau Rohrscheitel	$\sigma = \sigma f$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

Ständige Lasten auf Rohrscheitel	q <sub>s1</sub>	114.20	kN/m <sup>2</sup>
----------------------------------	-----------------	--------	-------------------

### Verkehrslasten

Art der Verkehrslast	B1: Strassenverkehr
Alpha-Wert:	0.9
Dynamischer Beiwert	1.00

#### Strassenverkehrslast: ungünstigste Stellung

Radlast mit $\alpha$ und $\psi$	q <sub>s2 Rad</sub>	$\alpha \psi f p_{vR}$	4.91	kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslasten - Radlast	q <sub>s2 Teil</sub>	$\alpha \psi f p_{vT}$	20.31	kN/m <sup>2</sup>
Gesamte Strassenverkehrslasten	q <sub>s2</sub> =q <sub>Ges2i</sub>	$\alpha \psi f p_{vG}$	25.22	kN/m <sup>2</sup>

#### Strassenverkehrslast: Strassenrand

Radlast mit $\alpha$ und $\psi$	q <sub>s2 Rad</sub>	$\alpha \psi f p_{vR}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslasten - Radlast	q <sub>s2 Teil</sub>	$\alpha \psi f p_{vT}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Gesamte Strassenverkehrslasten	q <sub>s2</sub> =q <sub>Ges2i</sub>	$\alpha \psi f p_{vG}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

#### Untergeordnete Strasse

Radlast mit $\alpha$ und $\psi$	q <sub>s2 Rad</sub>	$\alpha \psi f p_{vR}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslasten - Radlast	q <sub>s2 Teil</sub>	$\alpha \psi f p_{vT}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Gesamte Nebenstrassenverkehrslasten	q <sub>s2</sub> =q <sub>Ges2i</sub>	$\alpha \psi f p_{vG}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

**Eisenbahnlasten**

<b>ingleisig</b>	$q_{s2 \text{ Bahn}}$	$\alpha \psi f p_{vB}$	0.00	$\text{kN/m}^2$
<b>mehrgleisig</b>	$q_{s2 \text{ Bahn}}$	$\alpha \psi f p_{vB}$	0.00	$\text{kN/m}^2$
<b>schmalspur</b>	$q_{s2 \text{ Bahn}}$	$\alpha \psi f p_{vB}$	0.00	$\text{kN/m}^2$

**Übersicht vertikale Lasten**

<b>Ständige Lasten auf Rohrscheitel</b>	$q_{s1}$	114.20	$\text{kN/m}^2$
<b>Verkehrslasten auf Rohrscheitel</b>	$q_{s2}$	25.22	$\text{kN/m}^2$

**Überlagerung vertikale Einwirkungen**

Alle Vertikallasten auf dem Scheitel	$q_{ser}$	$q_{s1}+q_{s2}$	139.42	$\text{kN/m}^2$
Für Tragsicherheit: totale Vertikallast auf Rohrscheitel (Lastfaktoren gem. SIA 260 Tab 1)	$q_{ds}$	$1,5q_{s2} + 1,35(q_{s1}+\sigma)$	192.01	$\text{kN/m}^2$

**Horizontale Einwirkungen**

Erddruck vom Scheitel bis $\delta$ , effektiv	$q_h$	$K(q_{s1}+q_{s2\text{Teil}})+ K_{rad} q_{s2\text{Rad}}$	69.71	$\text{kN/m}^2$
Stützdruck von $\delta$ bis $180^\circ$	$q_{stütz}$	$KSt (q_{s1}+q_{s2})$	41.83	$\text{kN/m}$

**Spezielle Einwirkungen**

**Wasser**

**Grundwasser**

Grundwasser ja/nein		nein	
Wasserspiegel ab OK Terrain	$h_w$	0	m
WSp. über Mitte Rohrwand oben	$\Delta h$	0	m
Wasserdruck Mitte Rohrwand oben	$w_s$	0	$\text{kN/m}^2$

**Druckleitung**

Volles Rohr ja/nein		nein	
Wasserüberdruck innen über Rohrscheitel	$\Delta p_{wi}$	0	$\text{kN/m}^2$

## Nachweise

### 1. Verformungsnachweis

>>>> entfällt bei steifen Rohren

### 2. Tragfähigkeitsnachweis

Bemessungswert vertikale Einwirkung	$q_{ds}$	192.01	$\text{kN/m}^2$
Aussendurchmesser $d_a$	$d_a$	0.44	m
Bemessungswert als Linienlast	$q_{ds}^\circ = q_{ds} d_a$	84.48	$\text{kN/m}$
Scheiteldruckfestigkeit	$q_{Br}$	60.00	$\text{kN/m}$
Tragfähigkeit	$ZE q_{Br}/1.2$	125	$\text{kN/m}$

Ist die Tragfähigkeit erfüllt/ nicht erfüllt ?	$q_{ds}^\circ$ erfüllt ?	84.48	$q_{ds}^\circ < ZE q_{Br}/1.2$	125	<b>erfüllt</b>
--	--------------------------	-------	--------------------------------	-----	----------------

### 3. Auftriebsstabilität

Erdauflast plus Spickel (ohne $\lambda_{max}$ )	$G+G'$	27.70	$\text{kN/m}$
leeres Rohr	$G_R$	1.95	$\text{kN/m}$
Total		29.65	$\text{kN/m}$
Total stabilisierend, abgemindert	$0.9(G+G'+G_R)$	26.68	$\text{kN/m}$

Auftriebskraft	$F_A$	0.00	$\text{kN/m}$
Vergrösserte Auftriebskraft	$1.05 F_A$	0.00	$\text{kN/m}$

Ist die Stabilität erfüllt?		0.00	$1.05 F_A < 0.9(G+G'+G_R)$	26.68	<b>erfüllt</b>
-----------------------------	--	------	----------------------------	-------	----------------

## 4. Gebrauchstauglichkeitsnachweis Betonrohr

## Schnittkräfte

Normalkräfte in kN/m	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Rohreigengewicht mit Linienlagerung	-0.16	0.06	0.49	0.63	0.16
Gleichm. verteilte Auflast $q_{ser}$ mit Linienl.	-2.74	10.96	25.79	20.17	2.74
Sohlpressung infolge Linienlagerung	2.13	1.51	0.00	-4.98	-2.13
Erddruck	12.38	6.08	0.00	4.93	6.97
Stützdruck	0.31	0.22	0.00	0.91	3.56
Äusserer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Äusserer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Superposition der Normalkräfte</b>	<b>11.93</b>	<b>18.83</b>	<b>26.28</b>	<b>21.66</b>	<b>11.29</b>

Druck = positiv

Zug = negativ

Momente in kNm/m	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Rohreigengewicht mit Linienlagerung	0.03	0.01	-0.03	-0.02	0.09
Gleichm. verteilte Auflast $q_{ser}$ mit Linienl.	1.43	0.09	-1.46	-0.42	2.80
Sohlpressung infolge Linienlagerung	-0.19	-0.07	0.21	0.41	-1.54
Erddruck	-0.55	0.02	0.54	-0.07	-0.45
Stützdruck	-0.03	-0.01	0.03	0.04	-0.09
Äusserer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Äusserer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Superposition der Momente</b>	<b>0.69</b>	<b>0.03</b>	<b>-0.71</b>	<b>-0.06</b>	<b>0.81</b>

Positives Biegemoment: Zug innen; Druck aussen

Negatives Biegemoment: Zug aussen; Druck innen

## Spannungsnachweis Betonrohr (inkl. Krümmung)

Grenzwert der Spannung beim Betonrohr

-4.50 N/mm<sup>2</sup>

Spannungen in N/mm <sup>2</sup>	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
infolge Normalkraft	0.17	0.27	0.38	0.31	0.16
infolge Moment aussen	0.74	0.03	-0.76	-0.06	0.86
infolge Moment innen	-0.95	-0.04	0.99	0.08	-1.11

Randspannungen in N/mm <sup>2</sup>	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Spannungen aussen	0.91	0.30	-0.39	0.25	1.03
Spannungen innen	-0.78	0.23	1.36	0.39	-0.95

Spannungsnachweis OK/ Nicht OK	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Spannungen aussen	OK	OK	OK	OK	OK
Spannungen innen	OK	OK	OK	OK	OK

Druck = positiv

Zug = negativ

### Zugkraft im Sohlenbeton zur Aufnahme der Stützdruck-Kraft

Biegezugrand-Grenzsp. im Hüllbeton	$\sigma_{gr}$	-0.35	N/mm <sup>2</sup>
Zugkraft infolge Stützdruckkraft	Zstütz	-3.87	kN
Dicke Sohlenbeton gemäss Norm	su	0.15	m

Spannungen im Sohlenbeton	$\sigma_u$	-0.026	$\sigma_{vorh} < \sigma_{gr}$	-0.3500	erfüllt
---------------------------	------------	--------	-------------------------------	---------	---------

#### Hinweis:

Diese Nachweise machen keine Aussagen über:

- die Tragfähigkeit und das Setzungsverhalten des Untergrundes
- das Verhalten des Rohres in Längsrichtung

# Ergebnisse

## Projektdaten

Kundenname	Gemeinde Rapperswil
Projekt	Höhenweg / Ahornweg / Tannenweg
Abschnitt	Tannenweg
Nummer	
Sachbearbeiter	Rolf Wagner
Datum	31.01.2023
Bemerkung	Strassenbereich

## System Übersicht

### Rohrwerte Betonrohr

Produkt		Centub bewehrt	
Rohrtyp	DN	400	mm
Festigkeitsklasse	FK	200	
Kurzzeit E-Modul Rohr	$E_{R\text{ KURZ}}$	30000	$\text{N/mm}^2$

### Querschnittswerte Betonrohr

Radius	r	0.24	m
Wandstärke	e	0.08	m
Sohlenbeton	$s_u$	0.15	m
Hüllbeton über dem Rohr bei Profil 4	$s_o$	0.00	m
Durchmesser innen	$d_i$	0.40	m
Durchmesser aussen	$d_a$	0.55	m
Querschnittswerte	A	0.0750	$\text{m}^2$
Widerstandsmoment	W	0.0009	$\text{m}^3$

<b>Profil</b>	U/V	2	
---------------	-----	---	--

<b>Systemsteifigkeit</b>	SF	43.738	steif
--------------------------	----	--------	-------

### Überdeckungshöhe

Überdeckungshöhe	H	2.45	m
OK Terrain - OK Rohrsohle		2.925	m

### Boden

Feuchtraumgewicht des Baugrundes	$\gamma$	20	$\text{kN/m}^3$
Raumgewicht unter Auftrieb	$\gamma'$	11	$\text{kN/m}^3$
Verformungsmodul des Bodens	$E_b$	3	$\text{N/mm}^2$
Erddruckbeiwert	K	0.5	-
Setzungs-Durchbiegungsziffer $C_2$	$C_2$	0.65	-

## Berechnung von Betonrohren

<b>Beton</b>	$\sigma$	-0.35	N/mm <sup>2</sup>
--------------	----------	-------	-------------------

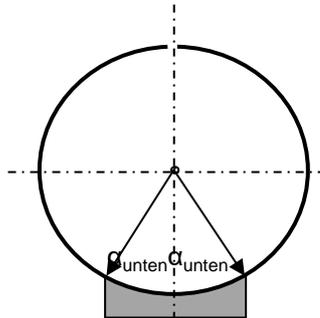
Beton: C16/20: -0.3; C20/25: -0.35; C25/30: -0.4; C30/37: -0.45

### Lastfälle

Flächenlast	nein	q	0	kN/m <sup>2</sup>
Strassenverkehr	$\psi$	1.06	alpha	0.9
Grundwasser	nein			
Druckleitung	Rohr leer			

Lagerungstyp	Profil	2	rad	Grad
Lastausbreitungswinkel über dem Rohr	$\alpha_{\text{oben}}$		1.0472	90
Lastausbreitungswinkel unten	$\alpha_{\text{unten}}$		1.0472	60
Winkel für die Erddruck-Wirkungshöhe	$\delta$		2.0943	120

### Lastausbreitungswinkel



### Weitere Kenngrößen in Abhängigkeit des Profils

ZE-Wert	2.50
Setzungs-Durchbiegungsziffer $C_2$	0.65
Ausladungsziffer $C_3$	0.75
$C_1 = C_2 C_3$	0.49
Konzentrationsfaktor $\lambda_{\text{max}}$	1.55

### Lastvergrößerung

Lastvergrößerungsfaktor f	1.158
---------------------------	-------

### Rohrkrümmung

aussen	$\alpha_{\text{ka}}$	0.8947
innen	$\alpha_{\text{ki}}$	1.1053

### Erd- bzw. Stützdruckbeiwerte

K	0.5
$K_{\text{Rad}}$	0.50
$K_{\text{st}}$	0.30

## Einwirkungen

### Vertikale Einwirkungen

#### Eigengewicht Rohr

Gewicht pro m <sup>2</sup>	g	$e \gamma_R$	1.80	kN/m <sup>2</sup>
Rohrgewicht	G	$2 \pi r g$	2.69	kN/m
Auftrieb bei Grundwasser	F <sub>A</sub>		0.00	kN/m
Zusatzgewicht bei vollem Rohr	G <sub>w</sub>	$\gamma_w \pi 1/4 d_i^2$	0.00	kN/m

#### Erdaufasten

Effektive Erdaufast ab OK Terrain bis Rohrscheitel	q <sub>s Erde</sub>	$\sigma_{vErde} \lambda f$	87.88	kN/m <sup>2</sup>
--	---------------------	----------------------------	-------	-------------------

#### Flächenlast

Auflast	q	0	kN/m <sup>2</sup>
Tiefe unter OK Terrain	t	0	m
Länge belastete Fläche x-Richtung	a	0	m
Breite belastete Fläche y-Richtung	b	0	m
Abstand P vom Mittelpunkt	x	0	m
Abstand P vom Mittelpunkt	y	0	m
Spannung auf Niveau Rohrscheitel	$\sigma = \sigma f$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

Ständige Lasten auf Rohrscheitel	q <sub>s1</sub>	87.88	kN/m <sup>2</sup>
----------------------------------	-----------------	-------	-------------------

#### Verkehrslasten

Art der Verkehrslast	B1: Strassenverkehr
Alpha-Wert:	0.9
Dynamischer Beiwert	1.06

#### Strassenverkehrslast: ungünstigste Stellung

Radlast mit $\alpha$ und $\psi$	q <sub>s2 Rad</sub>	$\alpha \psi f p_{vR}$	8.17	kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslasten - Radlast	q <sub>s2 Teil</sub>	$\alpha \psi f p_{vT}$	26.45	kN/m <sup>2</sup>
Gesamte Strassenverkehrslasten	q <sub>s2</sub> =q <sub>Ges2i</sub>	$\alpha \psi f p_{vG}$	34.61	kN/m <sup>2</sup>

#### Strassenverkehrslast: Strassenrand

Radlast mit $\alpha$ und $\psi$	q <sub>s2 Rad</sub>	$\alpha \psi f p_{vR}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslasten - Radlast	q <sub>s2 Teil</sub>	$\alpha \psi f p_{vT}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Gesamte Strassenverkehrslasten	q <sub>s2</sub> =q <sub>Ges2i</sub>	$\alpha \psi f p_{vG}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

#### Untergeordnete Strasse

Radlast mit $\alpha$ und $\psi$	q <sub>s2 Rad</sub>	$\alpha \psi f p_{vR}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslasten - Radlast	q <sub>s2 Teil</sub>	$\alpha \psi f p_{vT}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Gesamte Nebenstrassenverkehrslasten	q <sub>s2</sub> =q <sub>Ges2i</sub>	$\alpha \psi f p_{vG}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

**Eisenbahnlasten**

<b>ingleisig</b>	$q_{s2 \text{ Bahn}}$	$\alpha \psi f p_{vB}$	0.00	$\text{kN/m}^2$
<b>mehrgleisig</b>	$q_{s2 \text{ Bahn}}$	$\alpha \psi f p_{vB}$	0.00	$\text{kN/m}^2$
<b>schmalspur</b>	$q_{s2 \text{ Bahn}}$	$\alpha \psi f p_{vB}$	0.00	$\text{kN/m}^2$

**Übersicht vertikale Lasten**

<b>Ständige Lasten auf Rohrscheitel</b>	$q_{s1}$	87.88	$\text{kN/m}^2$
<b>Verkehrslasten auf Rohrscheitel</b>	$q_{s2}$	34.61	$\text{kN/m}^2$

**Überlagerung vertikale Einwirkungen**

Alle Vertikallasten auf dem Scheitel	$q_{ser}$	$q_{s1}+q_{s2}$	122.49	$\text{kN/m}^2$
Für Tragsicherheit: totale Vertikallast auf Rohrscheitel (Lastfaktoren gem. SIA 260 Tab 1)	$q_{ds}$	$1,5q_{s2} + 1,35(q_{s1}+\sigma)$	170.56	$\text{kN/m}^2$

**Horizontale Einwirkungen**

Erddruck vom Scheitel bis $\delta$ , effektiv	$q_h$	$K(q_{s1}+q_{s2\text{Teil}})+ K_{rad} q_{s2\text{Rad}}$	61.25	$\text{kN/m}^2$
Stützdruck von $\delta$ bis $180^\circ$	$q_{stutz}$	$KSt (q_{s1}+q_{s2})$	36.75	$\text{kN/m}$

**Spezielle Einwirkungen**

**Wasser**

**Grundwasser**

Grundwasser ja/nein		nein	
Wasserspiegel ab OK Terrain	$h_w$	0	m
WSp. über Mitte Rohrwand oben	$\Delta h$	0	m
Wasserdruck Mitte Rohrwand oben	$w_s$	0	$\text{kN/m}^2$

**Druckleitung**

Volles Rohr ja/nein		nein	
Wasserüberdruck innen über Rohrscheitel	$\Delta p_{wi}$	0	$\text{kN/m}^2$

## Nachweise

### 1. Verformungsnachweis

>>>> entfällt bei steifen Rohren

### 2. Tragfähigkeitsnachweis

Bemessungswert vertikale Einwirkung	$q_{ds}$	170.56	$\text{kN/m}^2$
Aussendurchmesser $d_a$	$d_a$	0.55	m
Bemessungswert als Linienlast	$q_{ds}^{\circ} = q_{ds} d_a$	93.81	$\text{kN/m}$
Scheiteldruckfestigkeit	$q_{Br}$	80.00	$\text{kN/m}$
Tragfähigkeit	$ZE q_{Br}/1.2$	166.6666667	$\text{kN/m}$

Ist die Tragfähigkeit erfüllt/ nicht erfüllt ?	$q_{ds}^{\circ}$ erfüllt ?	93.81	$q_{ds}^{\circ} < ZE q_{Br}/1.2$	166.6666667	<b>erfüllt</b>
--	----------------------------	-------	----------------------------------	-------------	----------------

### 3. Auftriebsstabilität

Erdauflast plus Spickel (ohne $\lambda_{max}$ )	$G+G'$	27.60	$\text{kN/m}$
leeres Rohr	$G_R$	2.69	$\text{kN/m}$
Total		30.29	$\text{kN/m}$
Total stabilisierend, abgemindert	$0.9(G+G'+G_R)$	27.26	$\text{kN/m}$

Auftriebskraft	$F_A$	0.00	$\text{kN/m}$
Vergrösserte Auftriebskraft	$1.05 F_A$	0.00	$\text{kN/m}$

Ist die Stabilität erfüllt?		0.00	$1.05 F_A < 0.9(G+G'+G_R)$	27.26	<b>erfüllt</b>
-----------------------------	--	------	----------------------------	-------	----------------

#### 4. Gebrauchstauglichkeitsnachweis Betonrohr

##### Schnittkräfte

Normalkräfte in kN/m	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Rohreigengewicht mit Linienlagerung	-0.21	0.09	0.67	0.86	0.21
Gleichm. verteilte Auflast $q_{ser}$ mit Linienl.	-3.09	12.36	29.09	22.75	3.09
Sohlpressung infolge Linienlagerung	2.42	1.71	0.00	-5.66	-2.42
Erddruck	13.96	6.86	0.00	5.56	7.86
Stützdruck	0.35	0.25	0.00	1.03	4.01
Äusserer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Äusserer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Superposition der Normalkräfte</b>	<b>13.43</b>	<b>21.27</b>	<b>29.76</b>	<b>24.54</b>	<b>12.75</b>

Druck = positiv

Zug = negativ

Momente in kNm/m	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Rohreigengewicht mit Linienlagerung	0.05	0.01	-0.06	-0.03	0.15
Gleichm. verteilte Auflast $q_{ser}$ mit Linienl.	2.07	0.13	-2.12	-0.61	4.06
Sohlpressung infolge Linienlagerung	-0.27	-0.11	0.30	0.60	-2.25
Erddruck	-0.80	0.02	0.79	-0.10	-0.64
Stützdruck	-0.04	-0.01	0.04	0.06	-0.13
Äusserer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Äusserer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck bis Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Innerer Wasserdruck $\Delta h$ über Scheitel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Superposition der Momente</b>	<b>1.01</b>	<b>0.04</b>	<b>-1.04</b>	<b>-0.08</b>	<b>1.18</b>

Positives Biegemoment: Zug innen; Druck aussen

Negatives Biegemoment: Zug aussen; Druck innen

## Spannungsnachweis Betonrohr (inkl. Krümmung)

Grenzwert der Spannung beim Betonrohr

-4.50 N/mm<sup>2</sup>

Spannungen in N/mm <sup>2</sup>	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
infolge Normalkraft	0.18	0.28	0.40	0.33	0.17
infolge Moment aussen	0.96	0.04	-1.00	-0.08	1.13
infolge Moment innen	-1.19	-0.05	1.23	0.10	-1.39

Randspannungen in N/mm <sup>2</sup>	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Spannungen aussen	1.14	0.32	-0.60	0.25	1.30
Spannungen innen	-1.01	0.24	1.63	0.42	-1.22

Spannungsnachweis OK/ Nicht OK	Scheitel	Seite oben	horizontal	Seite unten	Sohle
	0°	45°	90°	135°	180°
Spannungen aussen	OK	OK	OK	OK	OK
Spannungen innen	OK	OK	OK	OK	OK

Druck = positiv

Zug = negativ

### Zugkraft im Sohlenbeton zur Aufnahme der Stützdruck-Kraft

Biegezugrand-Grenzsp. im Hüllbeton	$\sigma_{gr}$	-0.35	N/mm <sup>2</sup>
Zugkraft infolge Stützdruckkraft	Zstütz	-4.36	kN
Dicke Sohlenbeton gemäss Norm	su	0.15	m

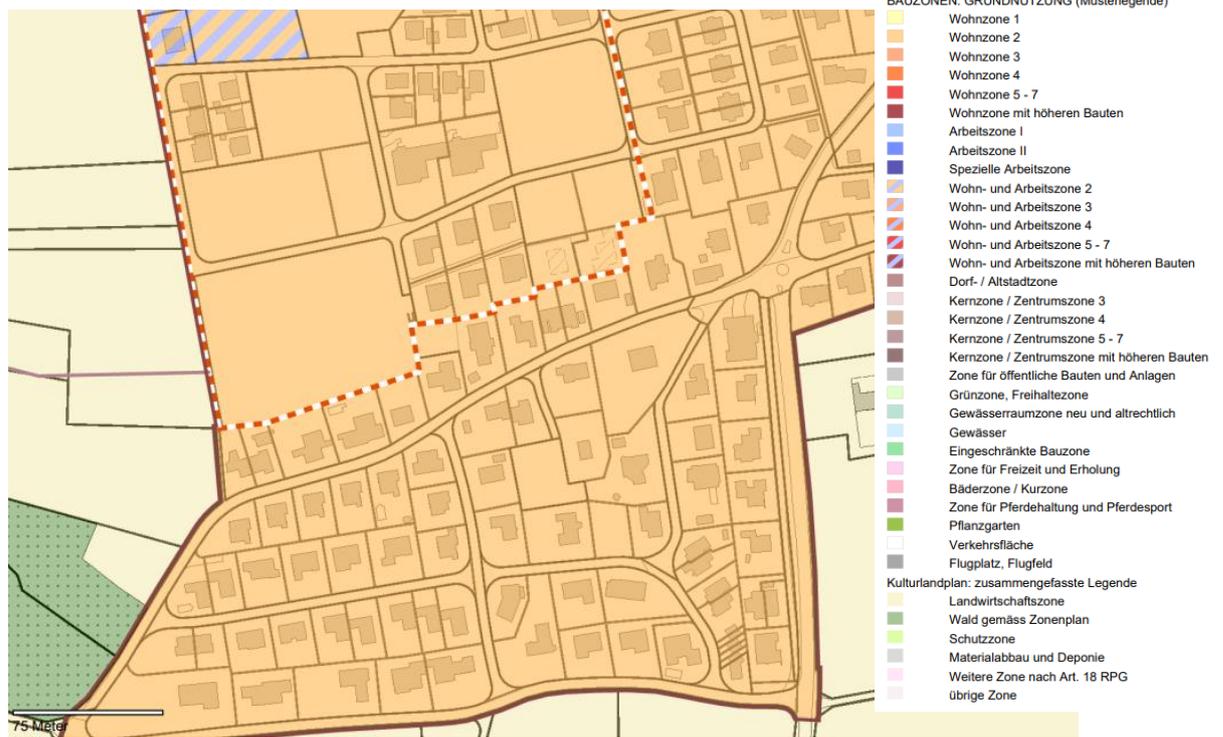
Spannungen im Sohlenbeton	$\sigma_u$	-0.029	$\sigma_{vorh} < \sigma_{gr}$	-0.3500	erfüllt
---------------------------	------------	--------	-------------------------------	---------	---------

#### Hinweis:

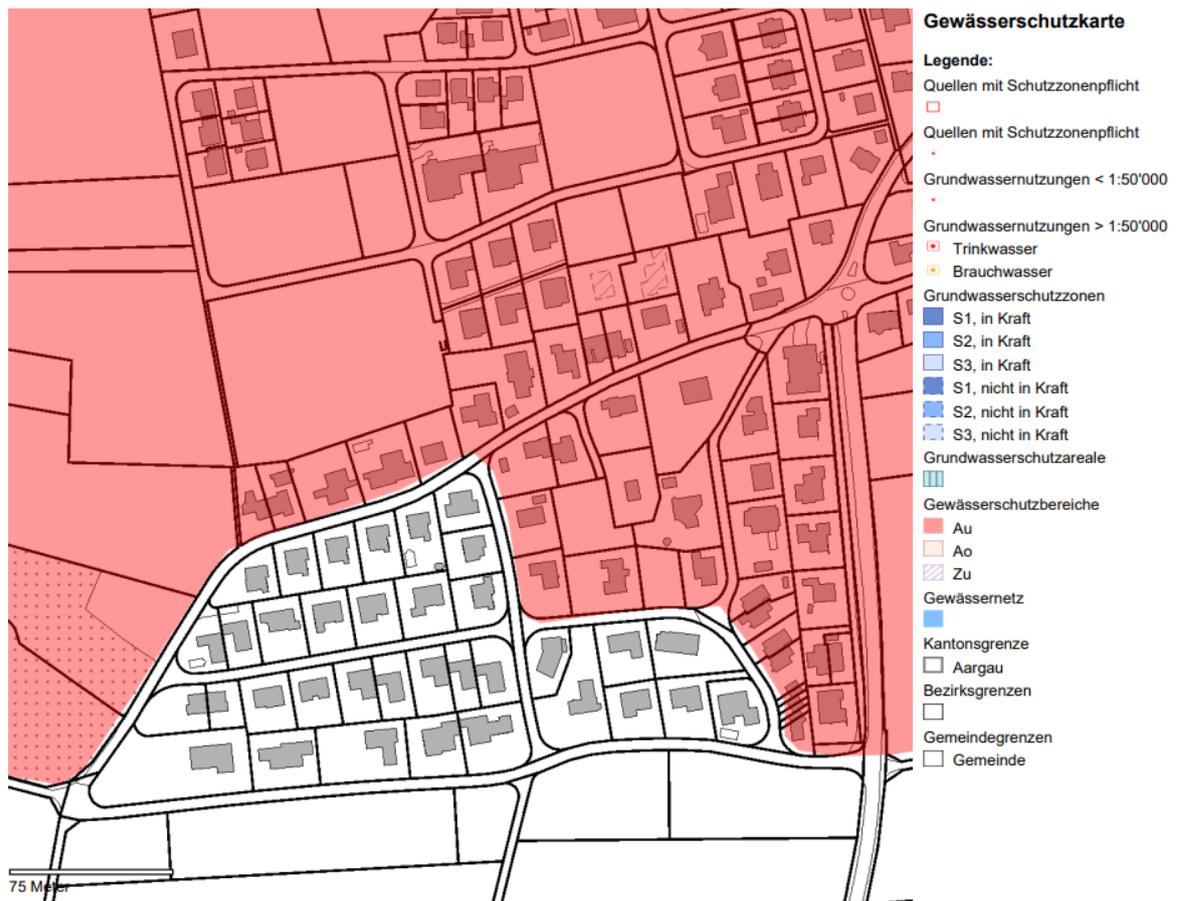
Diese Nachweise machen keine Aussagen über:

- die Tragfähigkeit und das Setzungsverhalten des Untergrundes
- das Verhalten des Rohres in Längsrichtung

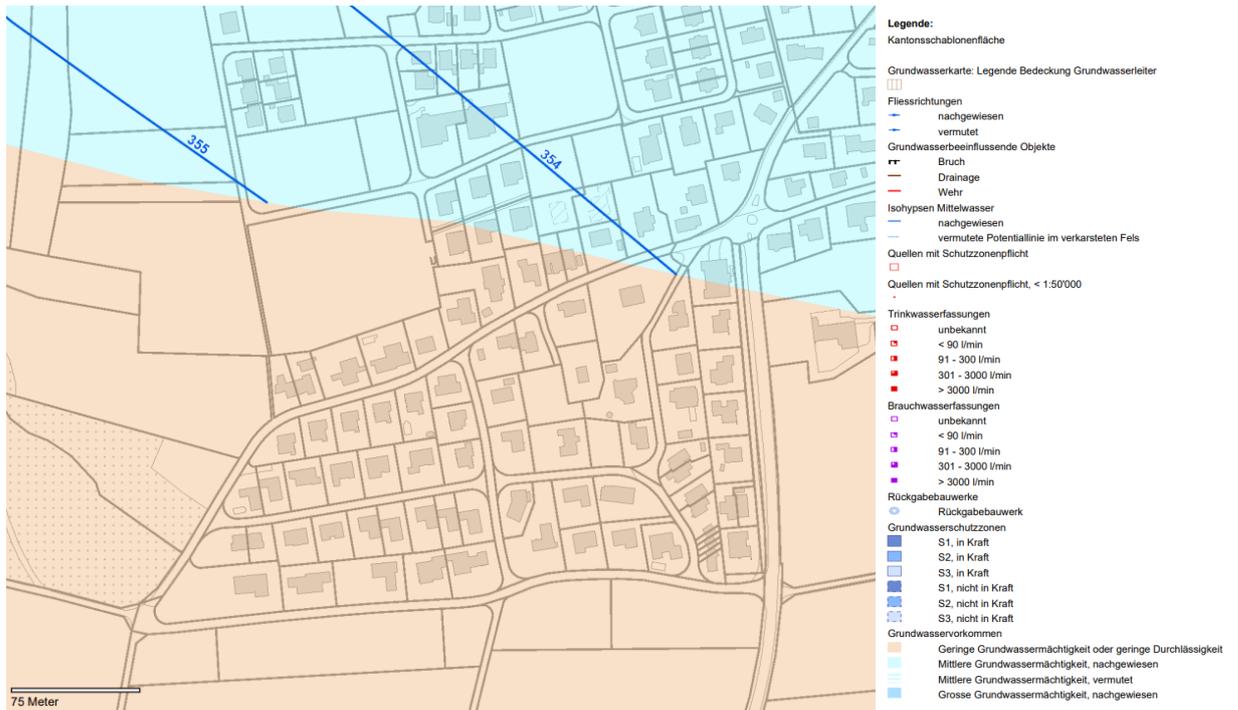
**Anhang 1**  
AGIS – Karten



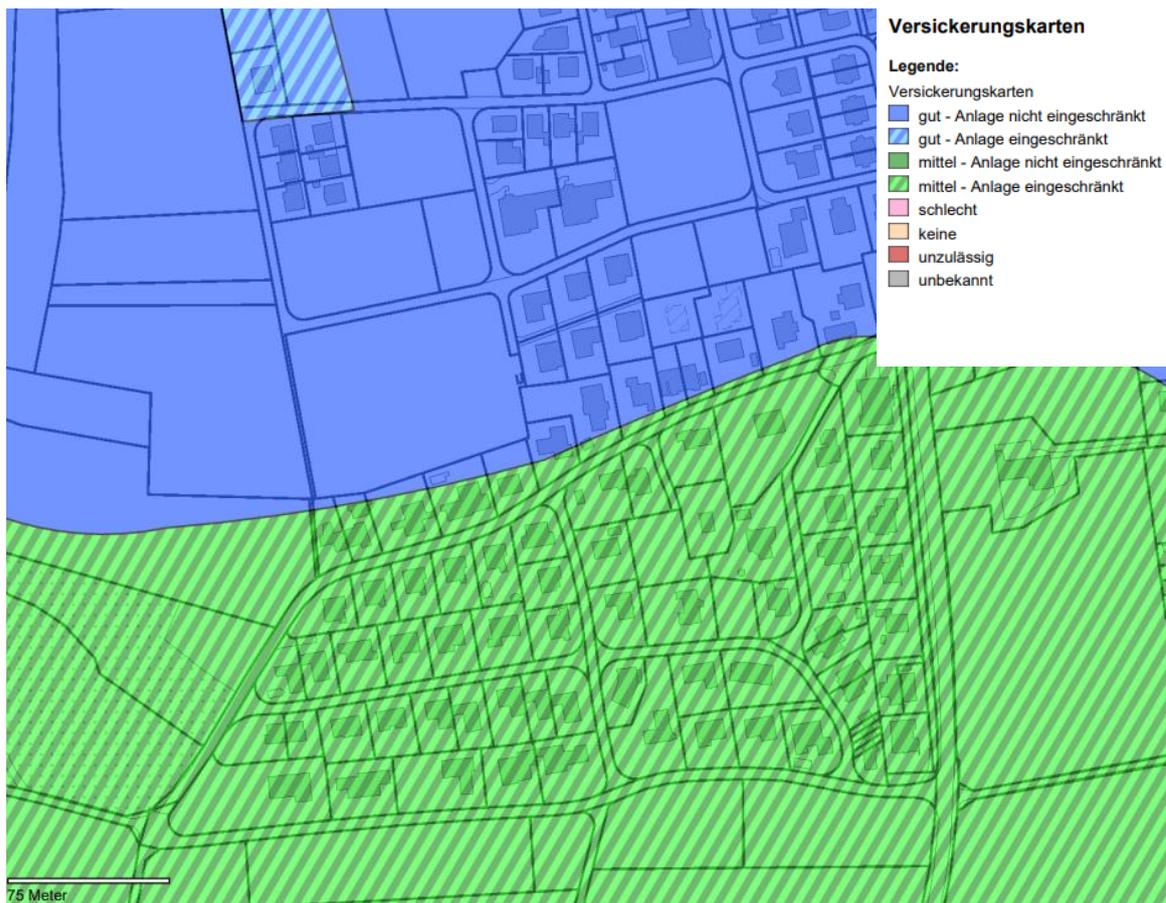
Bauzonenplan (Quelle: AGIS Viewer © Kanton Aargau)



Gewässerschutzkarte (Quelle: AGIS Viewer © Kanton Aargau)



Grundwasserkarte (Quelle: AGIS Viewer © Kanton Aargau)



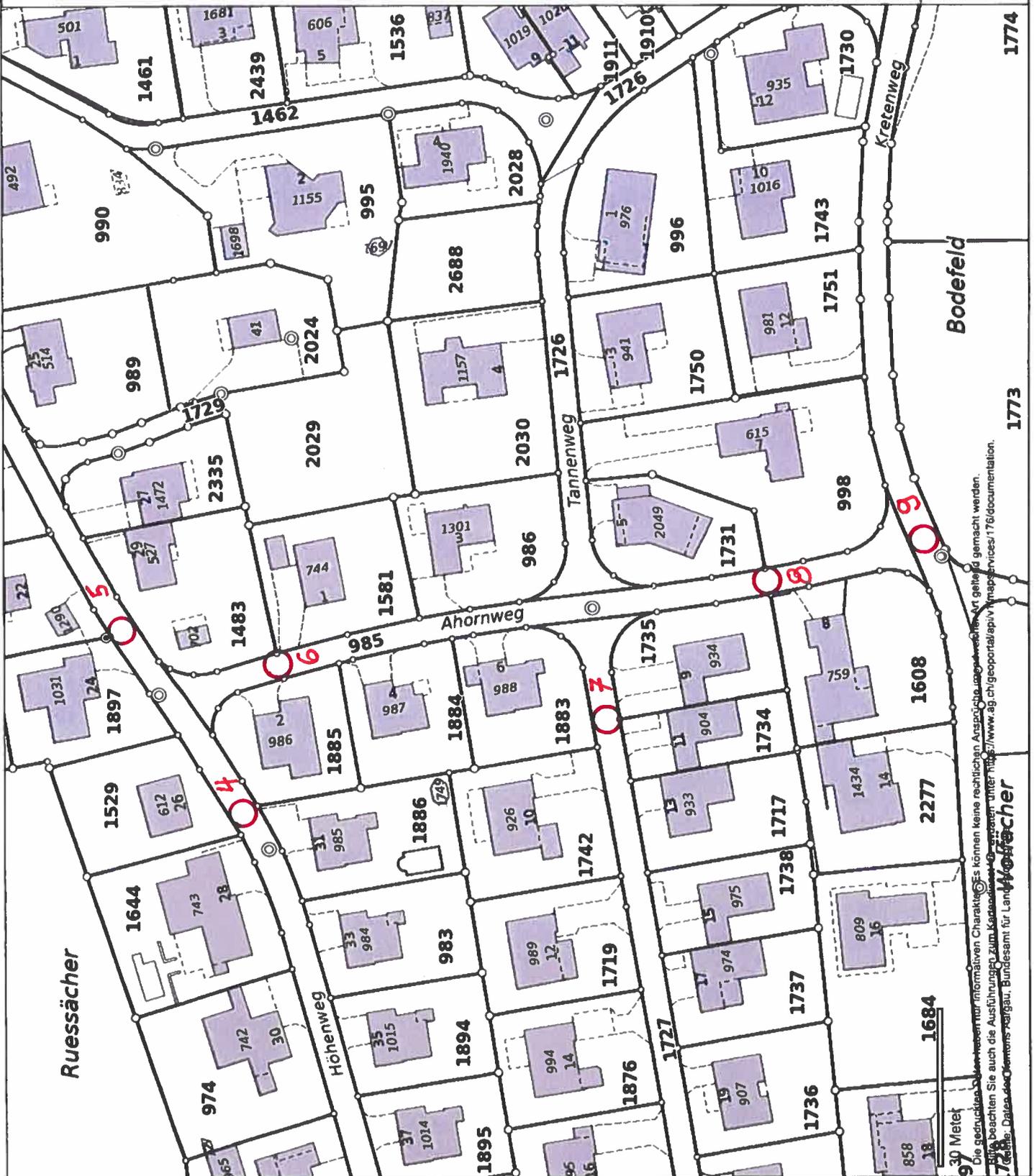
Versickerungskarte (Quelle: AGIS Viewer © Kanton Aargau)

**Anhang 2**  
Materialtechnische Untersuchung

2258



1:1000



30 Metet

Die gedruckten Informationen haben nur informativen Charakter. Es können keine rechtlichen Ansprüche daraus abgeleitet werden.  
Bitte beachten Sie auch die Ausführungen zum Kartographiegesetz unter <http://www.ag.ch/geportal/apv/imap-services/176/documentation>.

728

Geobis, Daten des Kantons Aargau, Bundesamt für Landvermessung

1773

1774

Bodefild

Ruesächer

Höhenweg

Ahornweg

Tannenweg

Kretenweg



Technik und Forschung im Betonbau

Technische Betriebe  
Poststrasse 9  
5102 Rapperswil

Prüfbericht  
**PAK-Analyse**

Wildegg, 10.02.2023

**Projekt** Rapperswil, Höhenweg, Ahornweg und Tannenweg - Belags- und Kofferuntersuchungen  
**Objekt** Sondage S 04 bis S 09  
**Bezeichnung** Asphalt-Bohrkern  
**Projekt-Nr.** 232326-01

Probenahme durch TFB AG Eingang Labor 30.01.2023  
Entnahmedatum 30.01.2023 Prüfdatum 09.02.2023

Probe	Entnahmeort	Labor-Nummer	Schicht/Bezeichnung	Schichtdicke [mm]	Summe PAK im Asphalt <sup>1)</sup> [mg/kg]	Summe PAK im Bindemittel <sup>1)</sup> [mg/kg]	Bindemittelanteil [%]	VVEA Typ B Ausbauasphalt (Ablagerung)	BAFU Bauabfälle (Verwertung)
- 01	S 04	0547	Sammelprobe Bohrkern	97	930	18'000	5.11	250	1000 (VVEA) 5'000 GW1 20'000 GW2
- 01	S 05	0548	Sammelprobe Bohrkern	102	850	18'000	4.86	250	1000 (VVEA) 5'000 GW1 20'000 GW2
- 01	S 06	0549	Sammelprobe Bohrkern	57	1000	20'000	5.09	250	1000 (VVEA) 5'000 GW1 20'000 GW2
- 01	S 07	0550	Sammelprobe Bohrkern	75	940	19'000	5.04	250	1000 (VVEA) 5'000 GW1 20'000 GW2
- 01	S 08	0551	Sammelprobe Bohrkern	73	900	20'000	4.46	250	1000 (VVEA) 5'000 GW1 20'000 GW2
- 01	S 09	0552	Sammelprobe Bohrkern	28	2400	31'000	7.61	250	1000 (VVEA) 5'000 GW1 20'000 GW2

<sup>1)</sup> Analysen durch akkreditiertes Drittlabor: Envilab AG Auftrags-Nr. Z3022 - L07 / 23 (Attest im TFB Labor einsehbar).

**Bemerkungen**

VVEA Typ B Ausbauasphalt (Ablagerung)	Grenzwert für Ausbauasphalt gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA), Anhang 5 (auf Deponie Typ B zugelassen).
BAFU Bauabfälle (Verwertung)	Grenzwerte für mineralische Bauabfälle gemäss Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), BAFU Vollzug Umwelt, 2006. Klassierung und Empfehlung für Weiterverwertung s. S. 29. Grenzwert für Ausbauasphalt gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA), Artikel 52.

Laborleitung: Rolf Bader



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.

---



Technik und Forschung im Betonbau

Technische Betriebe  
Poststrasse 9  
5102 Ruppertswil

Prüfbericht  
**Sondageprotokoll**

Wildegg, 10.02.2023

**Projekt** Ruppertswil, Höhenweg, Ahornweg und Tannenweg - Belags- und Kofferuntersuchungen  
**Objekt** Sondage S 05 - Höhenweg  
**Bezeichnung** Asphaltbelag und Kofferung  
**Projekt-Nr.** 232326-01 -S05

**Probenahme durch** TFB  
**Entnahmedatum** 30.01.2023

**Eingang Labor** 30.01.2023  
**Prüfdatum** 06.02.2023

<u>Belagsaufbau</u>	<u>Schichtdicke</u>	<u>Grösskorn</u>
Deckschicht	26 mm	D <sub>max</sub> : ca. 8 mm
Tragschicht	76 mm	D <sub>max</sub> : ca. 22 mm

Lage der Sondage



**Belagsstärke, gesamt** 102 mm

Fundationsschicht  
best. Kofferung

Schichtdicke  
mind. 530 mm

Belagsaufbau



Belagsaufbau und Fundationsschicht



Laborleitung: Rolf Bader



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: [www.tfb.ch](http://www.tfb.ch).



Technik und Forschung im Betonbau

Technische Betriebe  
Poststrasse 9  
5102 Rapperswil

Prüfbericht  
**Sondageprotokoll**

Wildegg, 10.02.2023

**Projekt** Rapperswil, Höhenweg, Ahornweg und Tannenweg - Belags- und Kofferuntersuchungen  
**Objekt** Sondage S 06 - Ahornweg  
**Bezeichnung** Asphaltbelag und Kofferung  
**Projekt-Nr.** 232326-01 -S06

Probenahme durch TFB Eingang Labor 30.01.2023  
Entnahmedatum 30.01.2023 Prüfdatum 06.02.2023

Belagsaufbau Schichtdicke Grösskorn  
Deckschicht 17 mm  $D_{max}:$  ca. 8 mm  
Tragschicht 40 mm  $D_{max}:$  ca. 22 mm

Belagsstärke, gesamt 57 mm

Fundationsschicht Schichtdicke  
best. Kofferung mind. 500 mm

Lage der Sondage



Belagsaufbau



Belagsaufbau und Fundationsschicht



Laborleitung: Rolf Bader



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: [www.tfb.ch](http://www.tfb.ch).



Technik und Forschung im Betonbau

Technische Betriebe  
Poststrasse 9  
5102 Rapperswil

Prüfbericht  
**Sondageprotokoll**

Wildegg, 10.02.2023

**Projekt** Rapperswil, Höhenweg, Ahornweg und Tannenweg - Belags- und Kofferuntersuchungen  
**Objekt** Sondage S 07 - Tannenweg  
**Bezeichnung** Asphaltbelag und Kofferung  
**Projekt-Nr.** 232326-01 -S07

**Probenahme durch** TFB  
**Entnahmedatum** 30.01.2023

**Eingang Labor** 30.01.2023  
**Prüfdatum** 06.02.2023

<u>Belagsaufbau</u>	<u>Schichtdicke</u>	<u>Grösskorn</u>
Deckschicht	29 mm	D <sub>max.</sub> : ca. 8 mm
Tragschicht	46 mm	D <sub>max.</sub> : ca. 22 mm
<b>Belagsstärke, gesamt</b>	<b>75 mm</b>	

Lage der Sondage



<u>Fundationsschicht</u>	<u>Schichtdicke</u>
best. Kofferung	mind. 500 mm

Belagsaufbau



Belagsaufbau und Fundationsschicht



Laborleitung: Rolf Bader



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: [www.tfb.ch](http://www.tfb.ch).



Technik und Forschung im Betonbau

Technische Betriebe  
Poststrasse 9  
5102 Rapperswil

Prüfbericht  
**Sondageprotokoll**

Wildegg, 10.02.2023

**Projekt** Rapperswil, Höhenweg, Ahornweg und Tannenweg - Belags- und Kofferuntersuchungen  
**Objekt** Sondage S 08 - Ahornweg  
**Bezeichnung** Asphaltbelag und Kofferung  
**Projekt-Nr.** 232326-01 -S08

**Probenahme durch** TFB  
**Entnahmedatum** 30.01.2023

**Eingang Labor** 30.01.2023  
**Prüfdatum** 06.02.2023

<u>Belagsaufbau</u>	<u>Schichtdicke</u>	<u>Grösskorn</u>
Deckschicht	21 mm	D <sub>max</sub> : ca. 8 mm
Tragschicht	52 mm	D <sub>max</sub> : ca. 22 mm

Lage der Sondage



**Belagsstärke, gesamt** 73 mm

Fundationsschicht  
best. Kofferung **Schichtdicke**  
mind. 500 mm

Belagsaufbau



Belagsaufbau und Fundationsschicht



Laborleitung: Rolf Bader



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: [www.tfb.ch](http://www.tfb.ch).



Technik und Forschung im Betonbau

Technische Betriebe  
Poststrasse 9  
5102 Rapperswil

Prüfbericht  
**Sondageprotokoll**

Wildegg, 10.02.2023

**Projekt** Rapperswil, Höhenweg, Ahornweg und Tannenweg - Belags- und Kofferuntersuchungen  
**Objekt** Sondage S 09 - Kretenweg  
**Bezeichnung** Asphaltbelag und Kofferung  
**Projekt-Nr.** 232326-01 -S09

**Probenahme durch** TFB **Eingang Labor** 30.01.2023  
**Entnahmedatum** 30.01.2023 **Prüfdatum** 06.02.2023

Belagsaufbau Schichtdicke Grösskorn  
Deckschicht 28 mm  $D_{max.}$ : ca. 8 mm

Belagsstärke, gesamt 28 mm

Fundationsschicht Schichtdicke  
best. Kofferung ca. 470 mm  
gewachsener Boden (Erde)

Lage der Sondage



Belagsaufbau



Belagsaufbau und Fundationsschicht



Laborleitung: Rolf Bader



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: [www.tfb.ch](http://www.tfb.ch).



Technik und Forschung im Betonbau

Technische Betriebe  
Poststrasse 9  
5102 Ruppertswil

Prüfbericht  
**Sondageprotokoll**

Wildegg, 10.02.2023

**Projekt** Ruppertswil, Höhenweg, Ahornweg und Tannenweg - Belags- und Kofferuntersuchungen  
**Objekt** Sondage S 04 - Höhenweg  
**Bezeichnung** Asphaltbelag und Kofferung  
**Projekt-Nr.** 232326-01 -S04

**Probenahme durch** TFB  
**Entnahmedatum** 30.01.2023

**Eingang Labor** 30.01.2023  
**Prüfdatum** 06.02.2023

<u>Belagsaufbau</u>	<u>Schichtdicke</u>	<u>Grösskorn</u>
Deckschicht	45 mm	D <sub>max</sub> : ca. 8 mm
Tragschicht	52 mm	D <sub>max</sub> : ca. 22 mm

Lage der Sondage



**Belagsstärke, gesamt** 97 mm

<u>Fundationsschicht</u>	<u>Schichtdicke</u>
best. Kofferung	mind. 550 mm

Belagsaufbau



Belagsaufbau und Fundationsschicht



Laborleitung: Rolf Bader



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: [www.tfb.ch](http://www.tfb.ch).