



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN**

**VIENNA  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY**

# **DIPLOMARBEIT**

## **HOCHWASSERENTLASTUNG THALERBACH**

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines  
Diplom-Ingenieurs unter der Leitung von

**Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter TSCHERNUTTER**

und als verantwortlich mitwirkenden Assistenten

**OR Dipl.-Ing. Hubert HONSOWITZ**

am

**Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie – Abteilung Wasserbau**

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Bauingenieurwesen

von

**Ivaylo VALCHEV**

Matrikelnummer 0227378

[ivaylo.valchev@gmail.com](mailto:ivaylo.valchev@gmail.com)

Bogdan Strasse 34 ,Eing. V , Ap 61

1505 Sofia Bulgarien

Wien, im Juni 2009

.....  
(Ivaylo Valchev)

An alle, die mir geholfen haben

## **Vorgeschichte und Danksagung**

Nach einer Einladung von Herrn DI Rudolf Hornich ergab sich für mich die Gelegenheit, ein Praktikum an der Fachabteilung 19B Wasserwirtschaft und Bodenhaushalt der Landesregierung Steiermark zu absolvieren. Das Projekt, das ich im Rahmen dieses Praktikums bearbeitete, wurde später, nach Abstimmung mit meinem zukünftigen Betreuer Herrn DI Hubert Honsowitz, Gegenstand meiner Diplomarbeit.

Als Erstes möchte ich hier meine Dankbarkeit an Herr DI Rudolf Hornich aussprechen, der für mich dieses Praktikum und daher auch diese Diplomarbeit ermöglichte, sowie für die Möglichkeit die durch dieses Praktikum entstanden ist, eine fachübergreifende Struktur wie die Landesregierung in der schönen Stadt Graz von innen erleben zu dürfen, die ich immer in besten Erinnerungen behalten werde.

Weiteres möchte ich mich bei meinem Diplomarbeitbetreuer Herrn DI Hubert Honsowitz für die Energie und die Zeit, für alles von ihm Gelerntes herzlich bedanken.

Meinen Dank auch an Herr Prof. DI Dr. Peter Tschernutter für die Unterstützung während meiner Arbeit und für das Vorbild, das er für mich immer gewesen ist und bleiben wird.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herren DI Alexander Zöschg der Ingenieurgemeinschaft DI Anton Bilek und DI Gunter Krischner, ZT- GmbH für die zur Verfügung gestellten Unterlagen und die geleistete Hilfe.

Ich will mich ganz herzlich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken für die grenzenlose Hilfe, Unterstützung und Liebe, die sie mir jederzeit gegeben haben.

**DANKE!**

# Kurzfassung

Das Hauptziel dieser Diplomarbeit ist eine Lösung im Sinne des „Sachprogrammes Grazer Bäche“ für einen hochwassergefährdeten Stadtteil von Graz zu finden. Im ersten Teil wird die bestehende Situation beschrieben und die geplanten Maßnahmen kurz erklärt.

Aufgrund dieser Grundlagen wurde eine Variantenstudie durchgeführt, in welcher eine Vielzahl an unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten betrachtet wurde. Es wurden vier Varianten konzipiert:

- Variante 1 – Naturnahes Gerinne
- Variante 2 – Verdoltes Kanalbauwerk
- Variante 3 – Eingegrabene Rohrleitung
- Variante 4 – Verdoltes Kanalbauwerk und Restrukturierung des Aubachgerinnes

Es wurden Beurteilungskriterien definiert, nach welchen die Varianten verglichen werden können. Die günstigste Variante wurde weiters optimiert und im Detail bearbeitet.

Diese Optimierung wurde auf Basis der Ziele und Grundsätze des „Sachprogrammes Grazer Bäche“ und „Grünes Netz Graz“ durchgeführt. Unter anderem wurden zusätzliche Maßnahmen zur Naherholung und für eine naturnahe Gestaltung berücksichtigt. Die Hochwasserabfuhrfähigkeit wird durch Grundsatzberechnungen nachgewiesen.

## **Abstract**

The main goal of this work is to find a solution for a flood-endangered part of the city area of Graz in compliance with the „Streams of Graz Programme“. In the first part of this study the existing situation and the planned measures are presented.

Based on this information a study of possible alternatives was carried out and possible different solutions are taken into consideration. The developed four variants are as follows:

- Variant 1 – Natural-bed channel
- Variant 2 – Covered channel structure
- Variant 3 – Backfilled pipeline
- Variant 4 – Covered channel structure and restructuring of the Aubach-riverbed

Evaluation criteria were defined and according to these criteria the variants have been compared. The selected alternative was optimized and developed in detail.

The optimization was carried out in accordance with the goals and principles of the „Streams of Graz Programme“ and the “Green Network Graz” programme. Amongst other criteria are different measures undertaken to increase the urban recreation and the nature-near shaping of the structures. The discharging of design flood flows was basically calculated.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Aufgabenstellung</b>	1
<b>2</b>	<b>Wasserwirtschaftliche Grundlagen</b>	3
<b>2.1</b>	<b>Bestehende Situation, Kenndaten</b>	3
2.1.1	Mittlerer Abfluss	4
2.1.2	Hochwasser	5
2.1.3	Hochwasserereigniss im Jahre 2005	7
<b>2.2</b>	<b>Geplante Maßnahmen</b>	8
2.2.1	Retentionsmaßnahmen	9
2.2.2	Maßnahmen zum Ausbau des Gerinnenlaufes - Linearmaßnahmen	11
<b>3</b>	<b>Variantenstudie</b>	12
<b>3.1</b>	<b>Variante 1 - Naturnahes Gerinne</b>	13
3.1.1	Trassenverlauf	14
3.1.2	Flächeninanspruchnahme	15
3.1.3	Einlaufbauwerk	16
3.1.4	Gerinnelauf	18
3.1.5	Ökologische- und Naherholungsfunktion	22
<b>3.2</b>	<b>Variante 2 - Verdoltes Kanalbauwerk</b>	24
3.2.1	Trassenverlauf	25
3.2.2	Flächeninanspruchnahme	26
3.2.3	Einlaufbauwerk	27
3.2.4	Entlastungskanalbauwerk	27
<b>3.3</b>	<b>Variante 3 - Eingegrabene Rohrleitung</b>	30
3.3.1	Trassenverlauf	31
3.3.2	Flächeninanspruchnahme	32
3.3.3	Einlaufbauwerk	33
3.3.4	Entlastungsrohrleitung	35
	<b>Variante 4 - Verdoltes Kanalbauwerk und Restrukturierung des</b>	
<b>3.4</b>	<b>Aubachgerinnes</b>	38
3.4.1	Trassenverlauf	39
3.4.2	Flächenbedarf	40
3.4.3	Einlaufbauwerk	45
3.4.4	Entlastungskanalbauwerk und - gerinne	45
3.4.5	Ökologische- und Naherholungsfunktion	48

<b>3.5</b>	<b>Vergleich der vorgeschlagenen Varianten</b>	48
3.5.1	Variante 1	54
3.5.2	Variante 2	54
3.5.3	Variante 3	55
3.5.4	Variante 4	55
<b>4</b>	<b>Entlastungsgerinne Thalerbach</b>	57
<b>4.1</b>	<b>Bauwerke und geplante Objekte</b>	58
4.1.1	Einlaufbauwerk	58
4.1.2	Fischwanderhilfe - Einlauf	69
4.1.3	Offene Steibelegung - Befestigte Strecke	72
4.1.4	Profilerweiterung und Gerinneverzweigung	76
4.1.5	Spiel- und Erholungsraum	79
4.1.6	Radweg	81
4.1.7	Sohlschwelle	82
4.1.8	Brücke 2 Exerzierplatzstrasse	83
4.1.9	Sohlrampe	84
4.1.10	Fischwanderhilfe - Einmündung in die Mur	89
<b>4.2</b>	<b>Gerinnelauf</b>	91
4.2.1	Profiltyp 4 Einlaufbauwerk, verdolte Strecke	91
4.2.2	Profiltyp 5 Befestigte Strecke	92
4.2.3	Profiltyp 6 Stützmauer	93
4.2.4	Profiltyp 7 Symmetrisch	97
4.2.5	Profiltyp 8 Radweg	99
4.2.6	Profiltyp 9 Brücke	100
4.2.7	Profiltyp 10 Sohlrampe	101
4.2.8	Profiltyp 11 Fischpass	101
<b>4.3</b>	<b>Gegenüberstellung Variante 1 und Entlastungsgerinne Thalerbach</b>	102
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	105
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	107
<b>7</b>	<b>Pläne Verzeichnis</b>	109
<b>8</b>	<b>Anhang Verzeichnis</b>	111

# 1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die Gewässer und insbesondere Fließgewässer sind ein wesentlicher Bestandteil urbanen Gebiets, weil sie als dominierender wirtschaftsgeographischer Faktor die Lokalität bei Gründungen von Siedlungen und Städten vorgeben. Den Vorzügen der natürlichen Vorflut für die Stadtentwässerung und der Nutzung der Energie der fließenden Wässer steht aber die Gefährdung durch Hochwasser gegenüber. Letzteres fand gerade bei den kleineren Gerinnen aus Kostengründen und intensiver Flächennutzung zu wenig Beachtung. Nicht selten reicht die Verbauungszone unmittelbar an die Bachufer heran und Querbauwerke, wie Stege, Brücken und Durchlässe, besitzen nicht in allen Fällen ausreichende Durchflusskapazität. Daher sind die Schäden in diesen Siedlungsbereichen als Folge von Extremereignissen, nicht selten verstärkt durch übermäßig starken oder durch fehlenden Feststofftransport, besonders groß ausgefallen.



**Abbildung 1.1** Thalerbach, Graz, Hochwasserereignisse 2005 ( Hochwasserschutz 2006 IGBK)

Es war daher naheliegend, dass im Sachprogramm Grazer Bäche ein Projekt gestartet wurde, bei dem ausreichende Hochwasserschutzmassnahmen bei gleichzeitig zu erhaltender bzw. zu schaffender Gewässer-Stadt-Landschaftsverbindung zu entwerfen und permanent weiterzuentwickeln sind. Eines von den in diesem Programm inkludierten Gerinnen ist der Thalerbach.

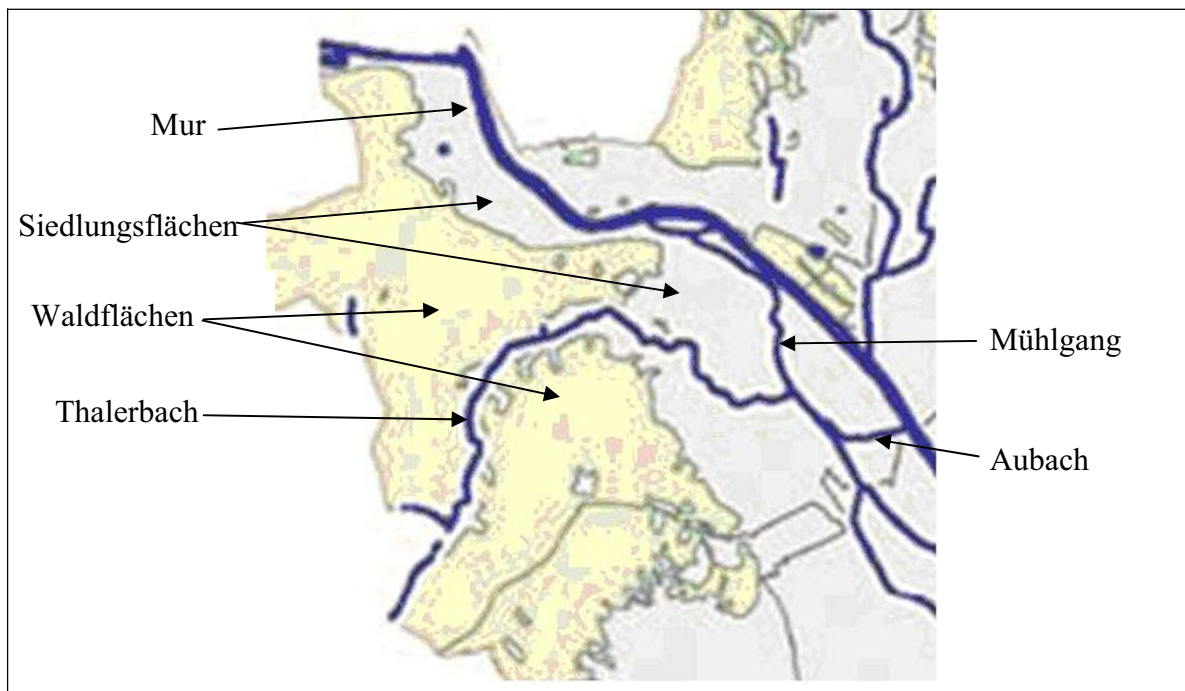
Die Aufgabe dieser Diplomarbeit besteht nun im Entwurf einer Regulierung des Thalerbaches von der derzeitigen Mündung in den Mühlgang bis zur künftigen Mündung in die Mur. Die Bearbeitung steht im Einklang mit dem o.a. Sachprogramm Grazer Bäche und baut auf bestehenden

wasserwirtschaftlichen Planungen auf. Es ist eine Variantenstudie durchzuführen, um die optimale Lösung zu wählen und die landschaftswasserbaulichen Elemente sowie die Wasserbaukonstruktionen zu entwickeln.

Das Hauptziel ist den bestmöglichen Hochwasserschutz zu gewährleisten und zugleich die Erfordernisse der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu erfüllen. Dazu gehört die ökologische Aufwertung des Lebensraums Gewässer (wie z.B. Beseitigung von Migrationshindernissen). Wo es sich anbietet, soll auf die Verbesserung der Naherholungsfunktion am Gewässer geachtet werden (z.B. durch Anlegen von Begleitwegen) die konfliktfrei mit den ökologischen Maßnahmen des Fließgewässers zu halten sind.

D.h. Unter Beachtung der allgemeinen schutzwasserwirtschaftlichen Grundsätze ist naturnahen Maßnahmen vor naturfremden der Vorzug zu geben.

Eine weitere Entwurfsbedingung ist die Wahrung eines vertretbaren niedrigen Kostenaufwands für die vorgeschlagene Lösung.



**Abbildung 1.2** Grazer Bäche, Flussabschnitt – Thalerbach im Stadtgebiet von Graz Gösting, Mühlgang, Aubach

## 2 Wasserwirtschaftliche Grundlagen

Der Thalerbach entspringt im nördlichen Teil der Gemeinde Thal, fließt in Richtung Südosten und anschließend nach Norden, umfließt den Hügel Plabutsch, dann in die Richtung Westen und Südwesten und tritt in den Grazer Bezirk Gösting ein. Dort mündet er in den rechten Mühlgang ein. Thalerbach hat zwei linke Zubringer – Erlenbach und Winkelbach.

Die Bezeichnung „rechten Mühlgang“ kann man in einer Reihe von Literaturquellen treffen und ist historisch bedingt. Das lässt sich dadurch begründen, dass früher noch ein zweiter Mühlgang existierte, der als der Linke bezeichnet wurde. Heutzutage ist nur noch der auf der rechten Seite von der Mur vorhanden, daher ist die Unterscheidung nicht mehr notwendig.

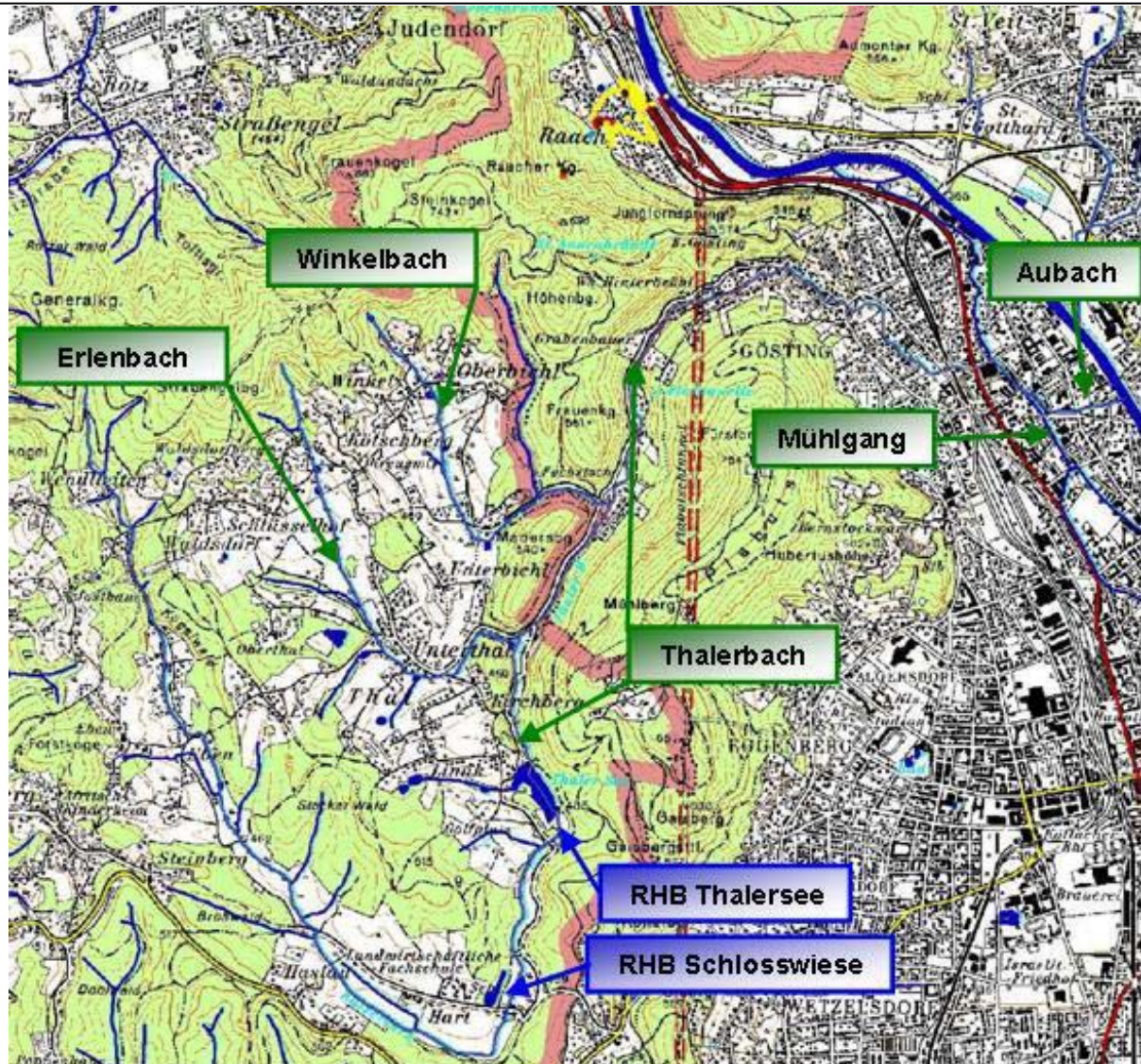
### 2.1 Bestehende Situation, Kenndaten

Thalerbach

Größe des Einzugsgebietes.....	22,3	km <sup>2</sup>
mittlere Seehöhe .....	560	m ü.A.
mittlerer Jahresniederschlag .....	980	mm
mittlere Jahreslufttemperatur .....	7,7	°C
mittlerer Abfluss .....	0,259	m <sup>3</sup> /s (an der Einmündung in den Mühlgang)

Zwei Rückhaltebecken (RHB) - Schlosswiese auf mittlerer Seehöhe von 445 m ü.A. und Thalersee auf mittlerer Seehöhe von 433 m ü.A. - liegen im oberen Lauf des Thalerbachs. Bachab münden Erlenbach und Winkelbach ein. Bis zu seiner eigenen Einmündung in Mühlgang fließt der Thalerbach direkt durch die Stadt, an Straßen und Häuser vorbei. Ca. 350 m bachab des Mühlganges ist die Ausleitstelle des Aubaches.



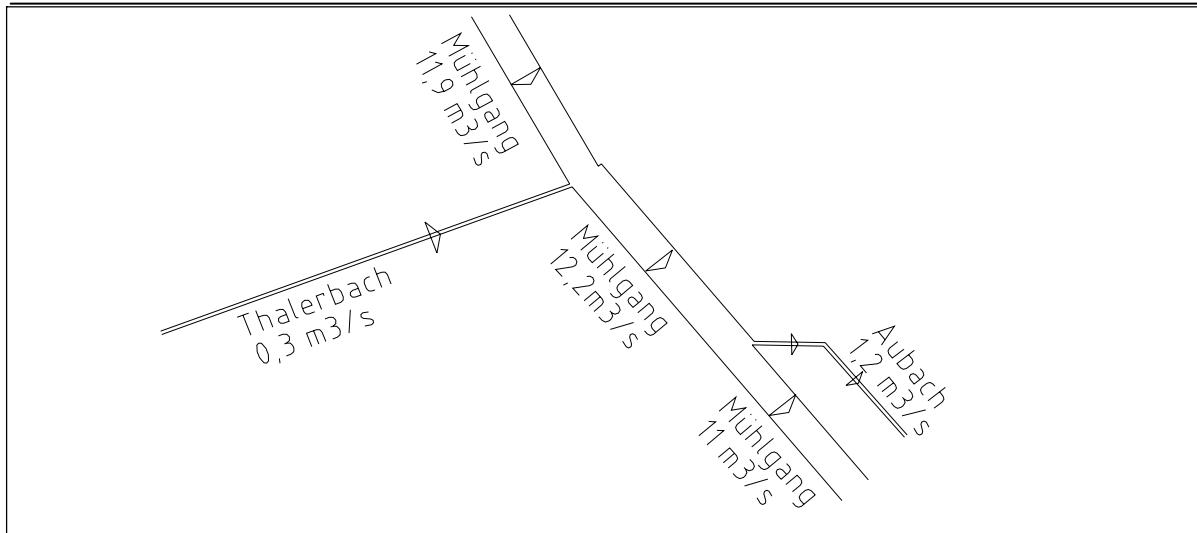


**Abbildung 2.1** Einzugsgebiet des Thalerbaches mit dem Mühlgang und Aubach. (Hochwasser-  
schutz 2006 IGBK)

### 2.1.1 Mittlerer Abfluss

Das RHB Schloßwiese wurde 1991/92 umgebaut und sein nutzbarer Inhalt wurde auf 82.000 m<sup>3</sup> erhöht. Die Mittelwasserführung beträgt 81,0 l/s.

Der Thalersee wurde als Teichanlage und Erholungsgebiet geplant und errichtet. Ein Radweg, dem Bach entlang verlaufend, verbindet diesen mit der Stadt. Eine Sohlräumung wurde in den Jahren 1989/91 durchgeführt und in Kombination mit einer Seespiegelvorabsenkung wurde das Retentionsvolumen auf 51.000 m<sup>3</sup> erhöht. Anschließend wurde ein automatisch steuerbares Abflußbauwerk errichtet, um eine unproblematische Nutzung als RHB zu gewährleisten. Die Mittelwasserführung beträgt 116,0 l/s.



**Abbildung 2.2** Abflussverteilungsschema – Mittlerer Abfluss, Bestehende Situation

Die in diese und die folgende Abbildungen dargestellten Abflüsse sind Jahresmittelwerte. Die entsprechen der Grundvoraussetzung, dass im Mühlgang für den normalen Kraftwerksbetrieb mindestens  $11 \text{ m}^3/\text{s}$  fließen.

Als Gewässer mit freien Abflussverhältnissen hat der Thalerbach eine saisonale Durchflussänderung.

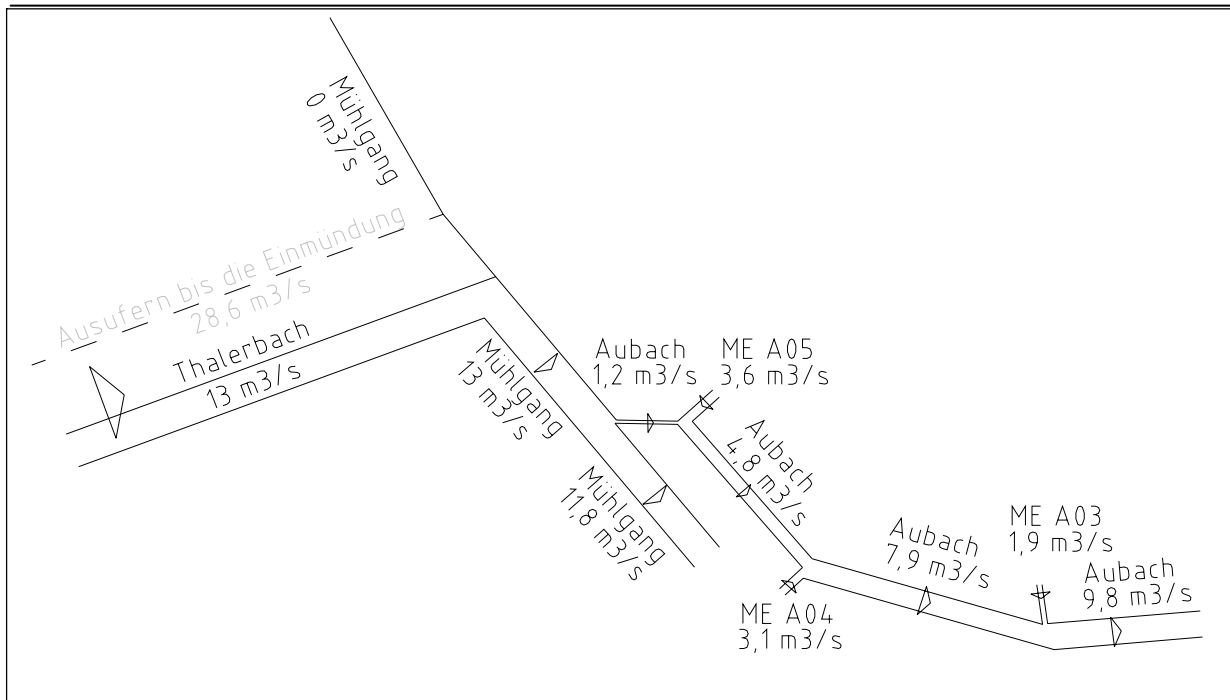
Der Durchfluss im Mühlgang wird durch ein Kleinkraftwerk unmittelbar an der Wasserentnahme von der Mur geregelt. Dieses wurde gleichzeitig mit dem Umbau des Wasserkraftwerkes Weinzöttl errichtet, um die Höhendifferenz der Wasserstände zwischen Mur und Mühlgang zu nutzen. Die Anlage hält mit Hilfe eines Bypasses den Durchfluss im Mühlgang auf  $11 \text{ m}^3/\text{s}$ . Diese Regelung gilt auch bei Hochwasser in der Mur und bei Kraftwerksstillstand.

Der Aubach wird ständig mit  $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$  vom Mühlgang dotiert und fließt durch privaten Grundstücke bis zum Kalwarienberg, wo er in die Mur einmündet.

### 2.1.2 Hochwasser

Der RHB Schloßwiese hat eine Wasserabgabe bei HQ100 von  $27 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Der Thalersee soll durch eine gemeinsame Steuerung mit dem RHB Schloßwiese funktionieren. Die Wasserabgabe bei HQ100 beträgt  $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**Abbildung 2.3** Abflussverteilungsschema – Hochwasser (HQ<sub>100</sub>), Bestehende Situation

Auf der Abbildung ist mit ME einer Mischwasserentlastung bezeichnet.

Der Thalerbach hat an mehreren Stellen eine niedrigere Durchlasskapazität. Es sind Anlandungen vorhanden. Die Situation wird durch nicht hoch genug gebauten Brücken und durch Gerinnenverengungen erschwert. An manchen Stellen ist die Ufersicherung in schlechtem Zustand. Der Thalerbachufer an mehrere Stellen bevor seiner Einmündung aus.



**Abbildung 2.4** Thalerbach, Graz, Hochwasserereignisse 2005 ( Hochwasserschutz 2006 IGBK)



Bei einem Hochwasserfall im Thalerbach wird das erste Kleinkraftwerk an der Mühlgangentnahmestelle aus der Mur abgeschaltet, was die Wasserentnahme unterbricht. Im Teil des Mühlgangs bis zur Einmündung des Thalerbachs fließt kein Wasser mehr zu. Die ganze Durchflußkapazität des Mühlgangs steht somit für die aus Thalerbach kommenden Wassermengen zur Verfügung.

Die Wasserentnahme für den Aubach bleibt die gleiche - im Ausmass von 1,2 m<sup>3</sup>/s. Bei einem Hochwasserereignis im Thalerbachseinzugsgebiet wird das Mischwasserkanalsystem im Göstinggebiet von dem hohen Niederschlag überlastet. Das führt dazu, dass an 3 Stellen zusätzliche Wassermengen in den Aubach eingeleitet werden. (siehe Abbildung 2.3).

### 2.1.3 Hochwasserereigniss im Jahre 2005



**Abbildung 2.5** Ausuferung bei der Seeterrasse Thalersee, 21.8.2005 (Quelle: IGBK)

Am 21. 08. 2005 sind in der Grazer Umgebung außergewöhnlich starke Niederschläge gefallen. Auf Grund dieser sind einige Bäche in der Stadt aus den Ufern getreten und haben ganze Stadtteile überflutet.

Bei diesem Hochwasserereignissen ist es im oberen und mittleren Lauf des Thalerbachs zu mehrere Ausuferungen gekommen. Im Einmündungsbereich ist es zu keinen Ausuferungen gekommen.

Der Thalerbach ist in seinem oberen Lauf ein Gebirgsbach und mit der Größe seines Einzugsgebietes kann er eine Hochwassergefahr verursachen. Für ein natürliches Gewässer mit freien Ab-

flussverhältnissen ist es daher besonders gefährlich in einen fest regulierten Triebwasserkanal, wie der Mühlgang, einzumünden. Dies kann zu einer weiteren Hochwassergefahr führen.

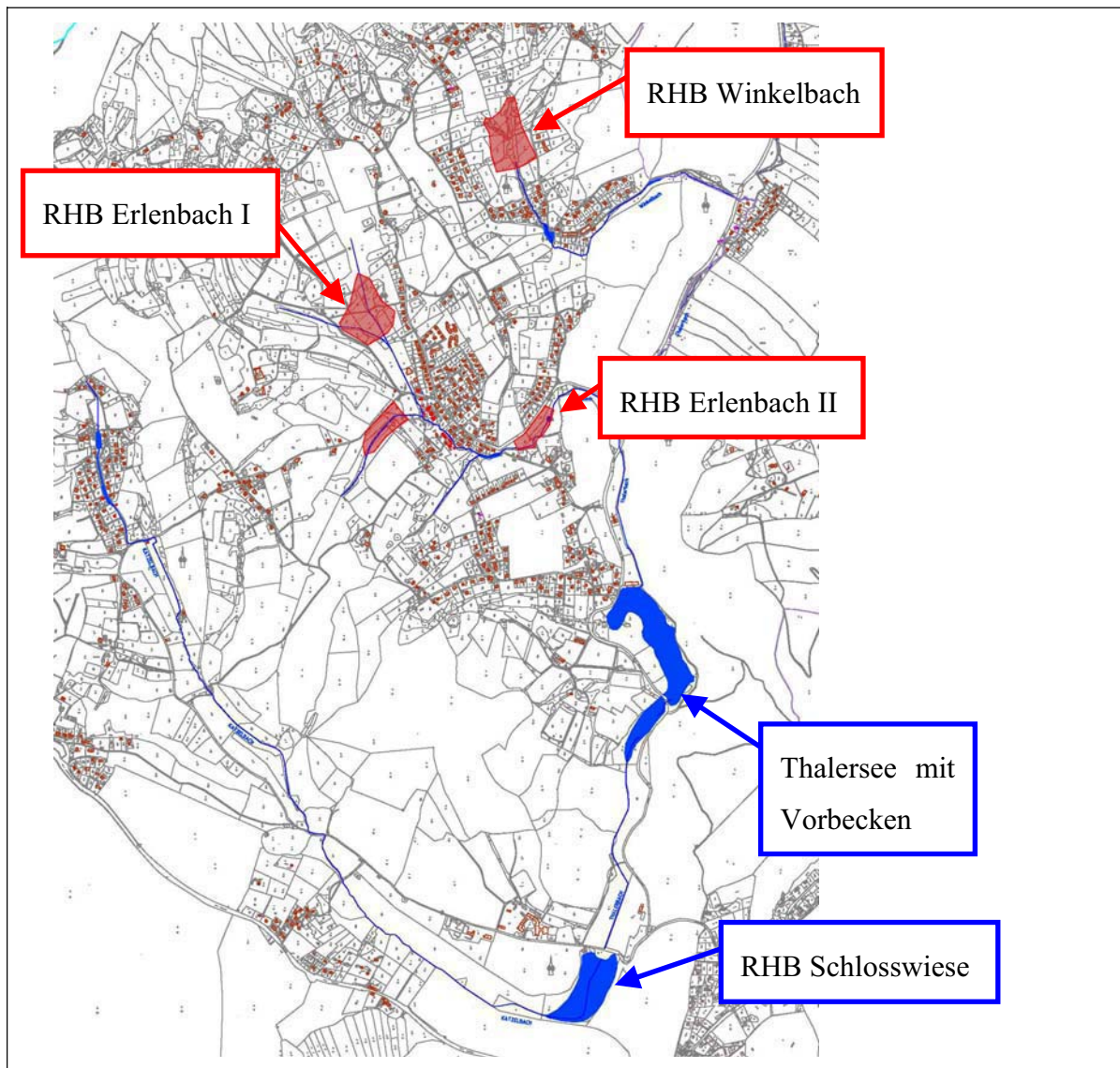


**Abbildung 2.6** Thalerbach, Graz, Hochwasserereignisse 2005 ( Hochwasserschutz 2006 IGBK)

## 2.2 Geplante Maßnahmen

Die im Sachprogramm „Grazer Bäche“ festgelegten Massnahmen und Empfehlungen werden von IGBK und Hydroconsult-Sackl weiter bearbeitet. Die geplanten Maßnahmen teilen sich in zwei Gruppen: Retentions- und Linearbaumaßnahmen.

## 2.2.1 Retentionsmaßnahmen



**Abbildung 2.7** Neu geplante Rückhaltebecken im Einzugsgebiet des Thalerbachs (Quelle: IGBK)

Von den von IGBK geplanten Retentionsmaßnahmen im oberen Lauf des Thalerbachs wird die Kombination von einem RHB am Winkelbach und zwei am Erlenbach gewählt.

RHB Winkelbach

$V \approx 23.000 \text{ m}^3$

Grundablass:  $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$

Einzugsgebiet:  $1,2 \text{ km}^2$

Abflussreduktion:

HQ100: von  $8,4 \text{ m}^3/\text{s}$  auf  $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$

---

HQ30: von 5,8 m<sup>3</sup>/s auf 1,2 m<sup>3</sup>/s

RHB Erlenbach I

$V \approx 27.000 \text{ m}^3$

Grundablass: 1,2 m<sup>3</sup>/s

Einzugsgebiet: 2,2 km<sup>2</sup>

Abflussreduktion:

HQ100: von 12,5 m<sup>3</sup>/s auf 1,2 m<sup>3</sup>/s

HQ30: von 8,2 m<sup>3</sup>/s auf 1,2 m<sup>3</sup>/s

RHB Erlenbach II

(in Kombination mit RHB Erlenbach I)

$V \approx 24.000 \text{ m}^3$

Grundablass: 2,5 m<sup>3</sup>/s

Einzugsgebiet: 3,4 km<sup>2</sup>

Abflussreduktion:

HQ100: von 18,1 m<sup>3</sup>/s auf 2,5 m<sup>3</sup>/s

HQ30: von 12,8 m<sup>3</sup>/s auf 2,5 m<sup>3</sup>/s

Es ist auch eine Kapazitätserweiterung für die schon existierenden RHB Schlosswiese und Thalersee vorgesehen:

RHB Schlosswiese

HW-Entlastung um 0,9 m höher gesetzt

$V_{\text{zusätzlich}} \approx 65.000 \text{ m}^3$

Grundablass: 3 m<sup>3</sup>/s (bis HQ30)

Einzugsgebiet: 6,6 km<sup>2</sup>

Abflussreduktion:

HQ100: von 27,0 m<sup>3</sup>/s auf 7,8 m<sup>3</sup>/s

HQ30: von 17,6 m<sup>3</sup>/s auf 2,8 m<sup>3</sup>/s

RHB Thalersee

HW-Entlastung um 1 m höher gesetzt

$V_{\text{zusätzlich}} \approx 60.000 \text{ m}^3$

Grundablass: 6 m<sup>3</sup>/s (bis HQ30)

Einzugsgebiet: 9,9 km<sup>2</sup>

Abflussreduktion:

HQ100: von 13,5 m<sup>3</sup>/s auf 11,7 m<sup>3</sup>/s

HQ30: 4,9 m<sup>3</sup>/s (keine Veränderung)

Die Kombination von den o.g. Maßnahmen führt zu einer Abflussreduktion bei Mündung in Mühlgang wie folgt:

HQ100: von 40,0 m<sup>3</sup>/s auf ~31,0 m<sup>3</sup>/s

HQ30: von 27,0 m<sup>3</sup>/s auf ~21,1 m<sup>3</sup>/s

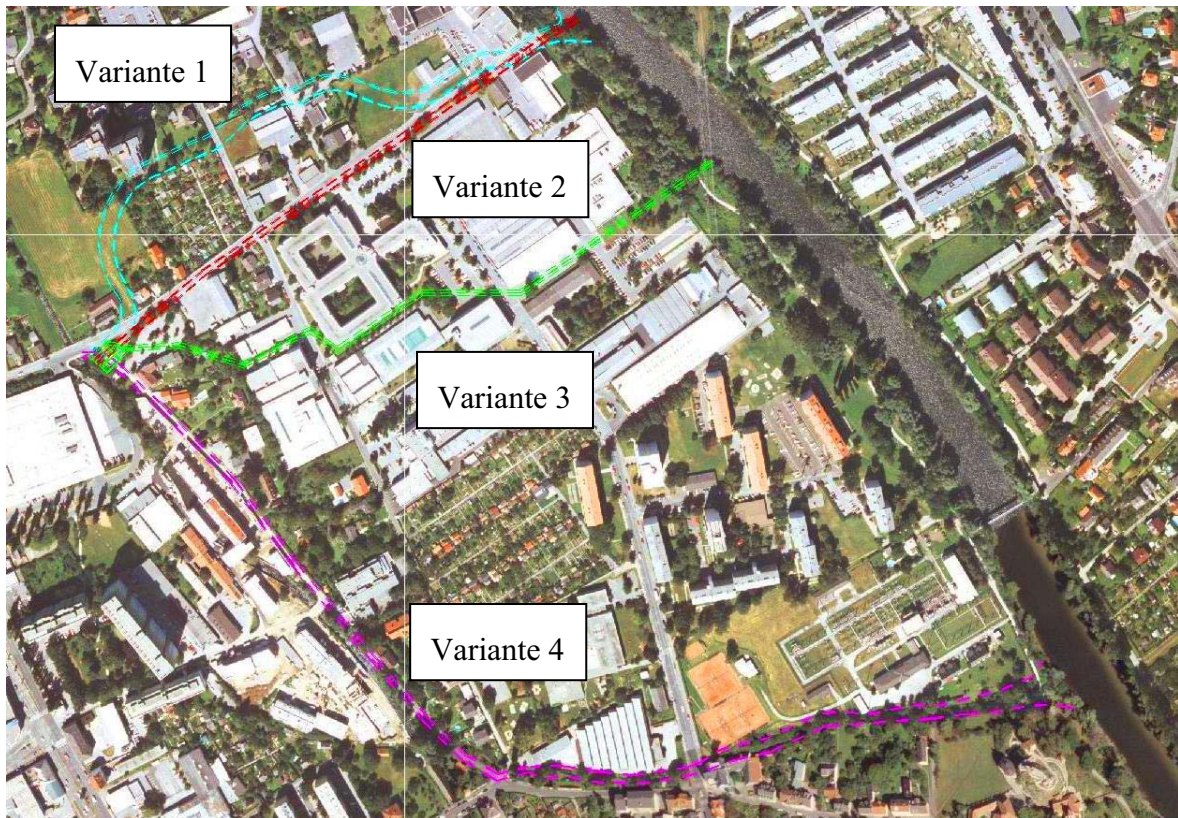
## 2.2.2 Maßnahmen zum Ausbau des Gerinnenlaufes (Linearmaßnahmen)

IGBK hat für den mittleren Lauf des Thalerbachs in mehreren Abschnitten Sohleeintiefungen, Räumen von Anlandungen, Gerinneausbau und –verbreitungen vorgesehen. Es sind auch mehrere Zufahrtsbrücken anzuheben bzw. neu zu bauen.

Nach der Kapazitätserweiterung der existierenden RHB und der Fertigstellung der neu geplanten, als auch der Ausführung der Maßnahmen zum Ausbau der Linearmaßnahmen entlang des Thalerbachs, wird angenommen, dass bis zur Einmündungsbereich des Thalerbachs in den Mühlgang kein Feststofftransport stattfinden wird. Die hundertjährige Hochwassermenge HQ<sub>100</sub> für dieser Stelle wird auf ~31 m<sup>3</sup>/s gesenkt. Der Mühlgang ist für einen Durchfluss von ~11 m<sup>3</sup>/s bemessen, die restlichen ~20 m<sup>3</sup>/s sollen direkt in die Mur abgeführt werden. Die Mündung des Thalerbachs ist etwa 500 m von der Mur entfernt.



### 3 Variantenstudie



**Abbildung 3.1** Varianten 1 bis 4 für Hochwasserentlastung Thalerbach

In dieser Studie werden vier Varianten entworfen, die in Bezug auf Grundinanspruchnahme, Baukonstruktion, ökologische Auswirkungen und die Naherholung unterschiedlich sind. Der Schwerpunkt der Ausarbeitung liegt im konstruktiven Bereich. Der Variantenvergleich erfolgt nach mehreren Kriterien.

Die Varianten werden auf folgender Basis entworfen:

- Ziele und Grundsätze des Sachprogramms „Grazer Bäche“
- Geplante Maßnahmen des Hochwasserrückhalts und der Durchflussverbesserung

Grundsätzlich bestehen folgende Möglichkeiten im urbanen Bereich:

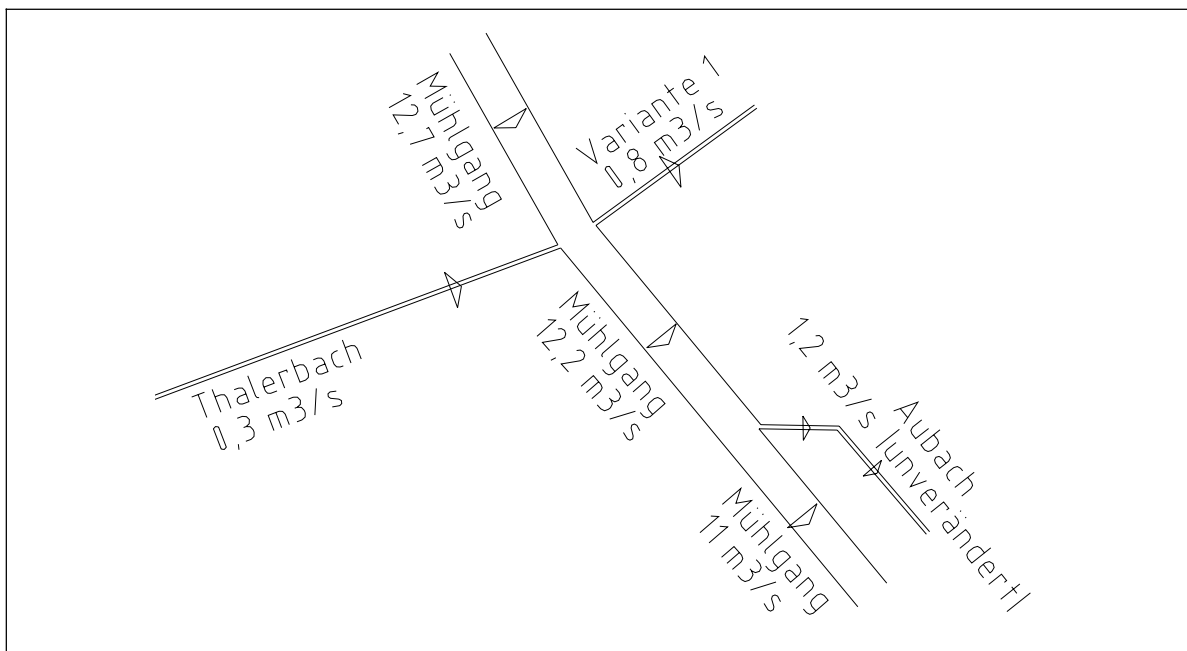
- Offenes Gerinne
- Verdolung, oder Verrohrung

Entsprechend diesen Möglichkeiten bietet sich eine Gerinnegestaltung von „naturnah“ (natur- und landschaftsgerechte Bachgestaltung) bis „naturfremd“ (verdolte Hochwasserentlastung) an.

Die naturnahe Lösung bietet die Möglichkeit eines neuen Baches mit direkter Mündung in die Mur. Damit wird zugleich die ökologische Forderung nach Organismendurchgängigkeit (EU-WRRL) erfüllt.

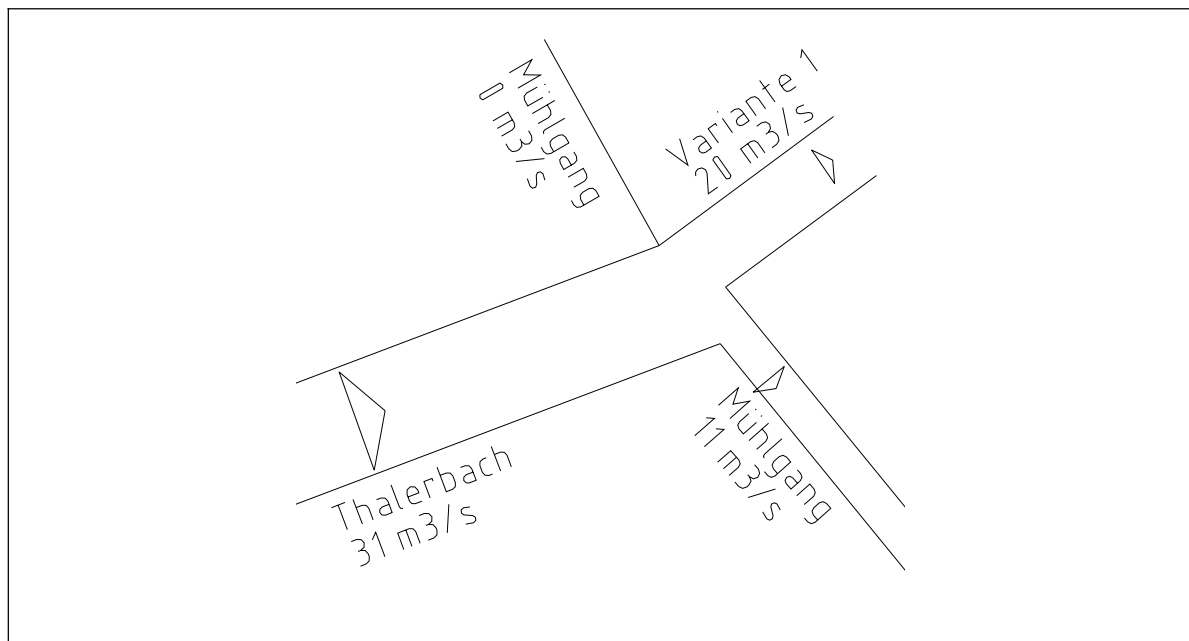
Aus dem Aspekt der ökologischen Funktionalität können die Varianten in 2 Gruppen geteilt werden. Die Varianten 1 und 4 sind fischpassierbar und im unterschiedlichen Grad naturnah. Die Varianten 2 und 3 sind als reine Entlastungsbauwerke zu sehen die keine ökologische Funktion erfüllen müssen.

### 3.1 Variante 1 – Naturnahes Gerinne



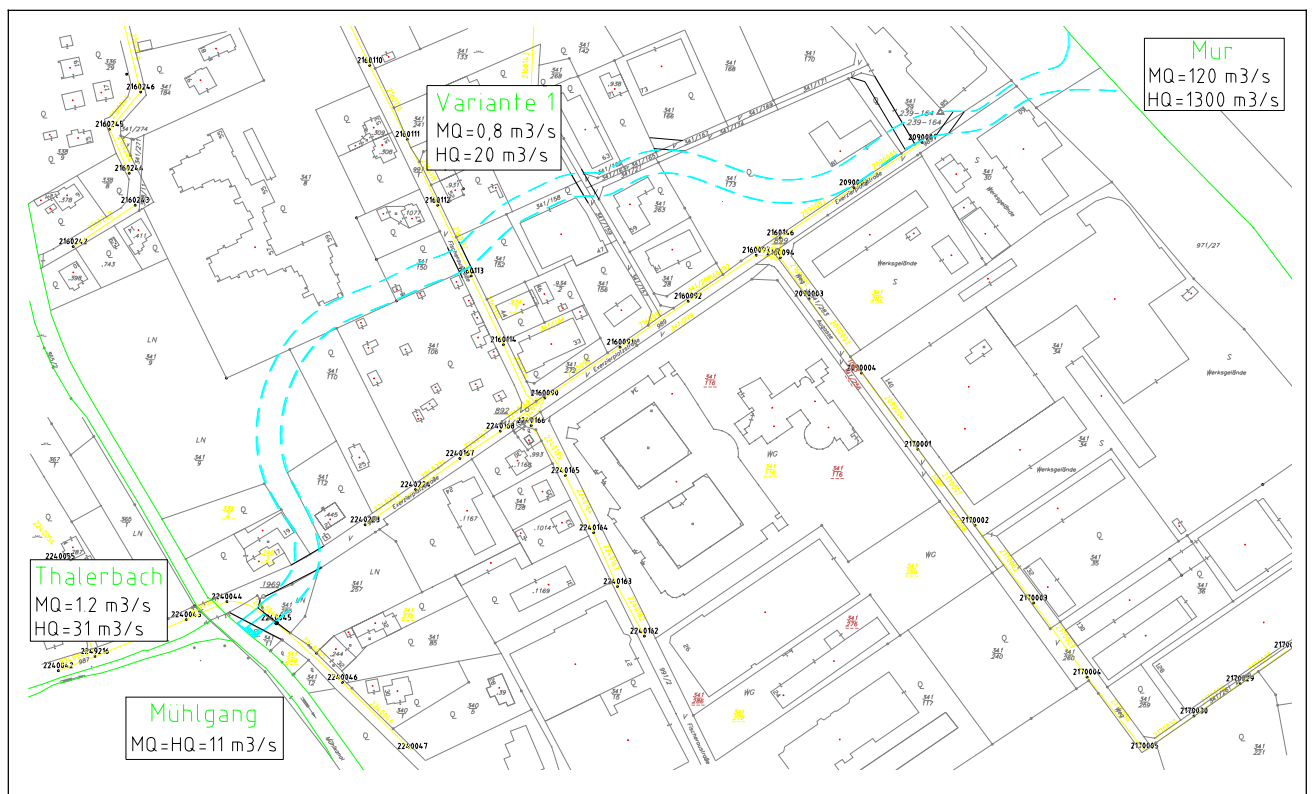
**Abbildung 3.2** Abflussverteilungsschema - Mittlerer Abfluss, Projekt Zustand Variante 1

Diese ist eine 610 m lange naturnahe Weiterführung des Thalerbaches bis zur Einmündung in die Mur. Es werden unbebaute Flächen überwiegend nicht öffentlicher Liegenschaften beansprucht. Fischpassierbarkeit ist eine unabdingbare Voraussetzung und wird durch zwei Fischwanderhilfen (neuerdings als Organismenaufstiegshilfen bezeichnet) im Einlaufbauwerk und bei der Einmündung ermöglicht. Der Feststofftransport wird durch diese Variante nicht unterbunden.



**Abbildung 3.3** Abflussverteilungsschema - Hochwasser (HQ<sub>100</sub>), Projekt Zustand, Variante 1

### 3.1.1 Trassenverlauf



**Abbildung 3.4** Trassenverlauf Variante 1

Bei der Auswahl der Trasse für Variante 1 sind folgende Rahmenbedingungen berücksichtigt:



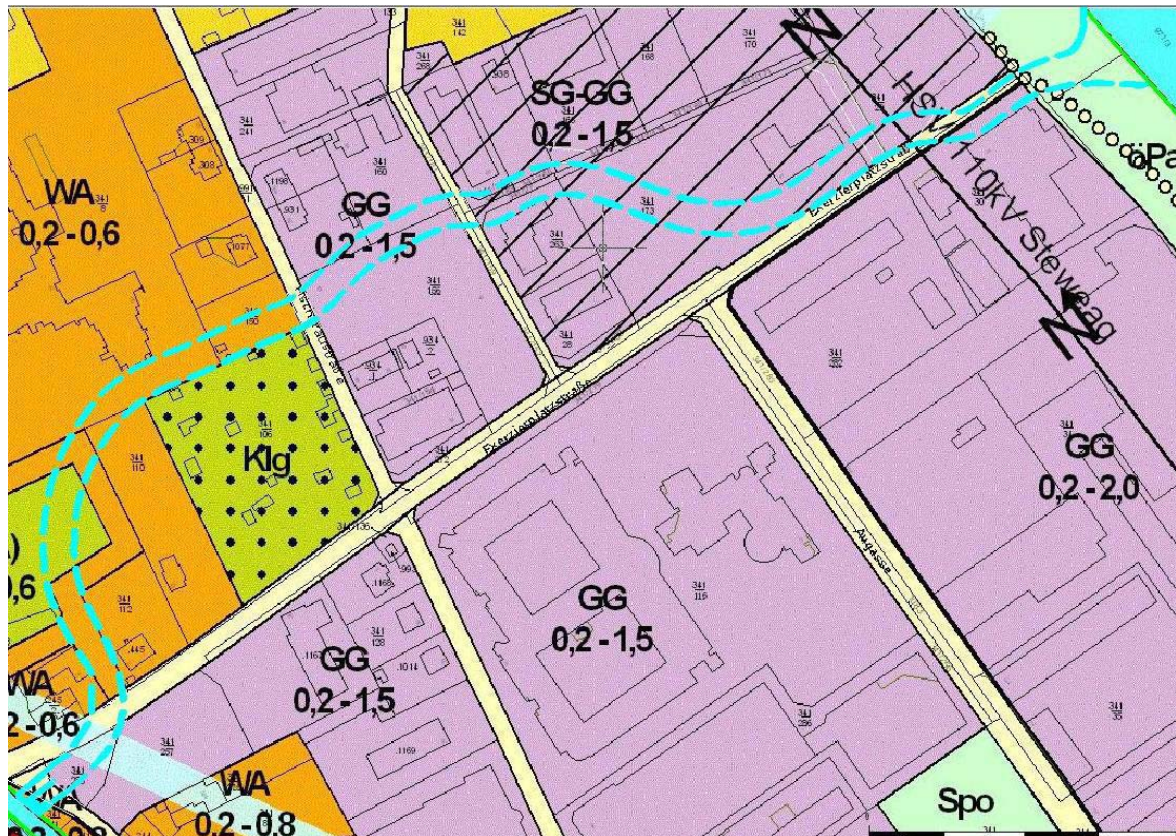
- Der Einlauf in die neue Strecke soll direkt aus dem Mühlgang, möglichst nahe an der Mündung des Thalerbaches erfolgen.
- Der Verlauf soll durchgehend natur- und landschaftsgerecht sein.
- Bestehende Gebäude müssen grundsätzlich erhalten bleiben.
- Die Anbindungen der anliegenden Grundstücke an die öffentlichen Verkehrsflächen müssen gewährleistet sein.
- Die Trasse soll möglichst kurz gehalten werden.
- Die Ver- und Entsorgungssystem (Abwasserentsorgung, Wasserleitung etc.) sollen möglichst wenig verändert werden.

### 3.1.2 Flächeninanspruchnahme

Variante 1 führt vorwiegend durch Gewerbe- und Wohngebiet (siehe nachfolgende Tabelle):

Flächenwidmung	[lfm]	[%]
Strassen	80	13
Wohngebiet	211	35
Gewerbegebiet	281	46
Öff. Parkgebiet	37	6

Das Einlaufbauwerk liegt größtenteils auf der Fläche eines schmalen Privatgrundstückes und der Zanklstrasse (siehe auch Abbildung 3.6).



**Abbildung 3.5** Flächenwidmungsplan – Ausschnitt, Variante 1 [ STADT GRAZ Stadtplanung 2009 ] Legende ist im Anhang 8.2. enthalten.

### 3.1.3 Einlaufbauwerk

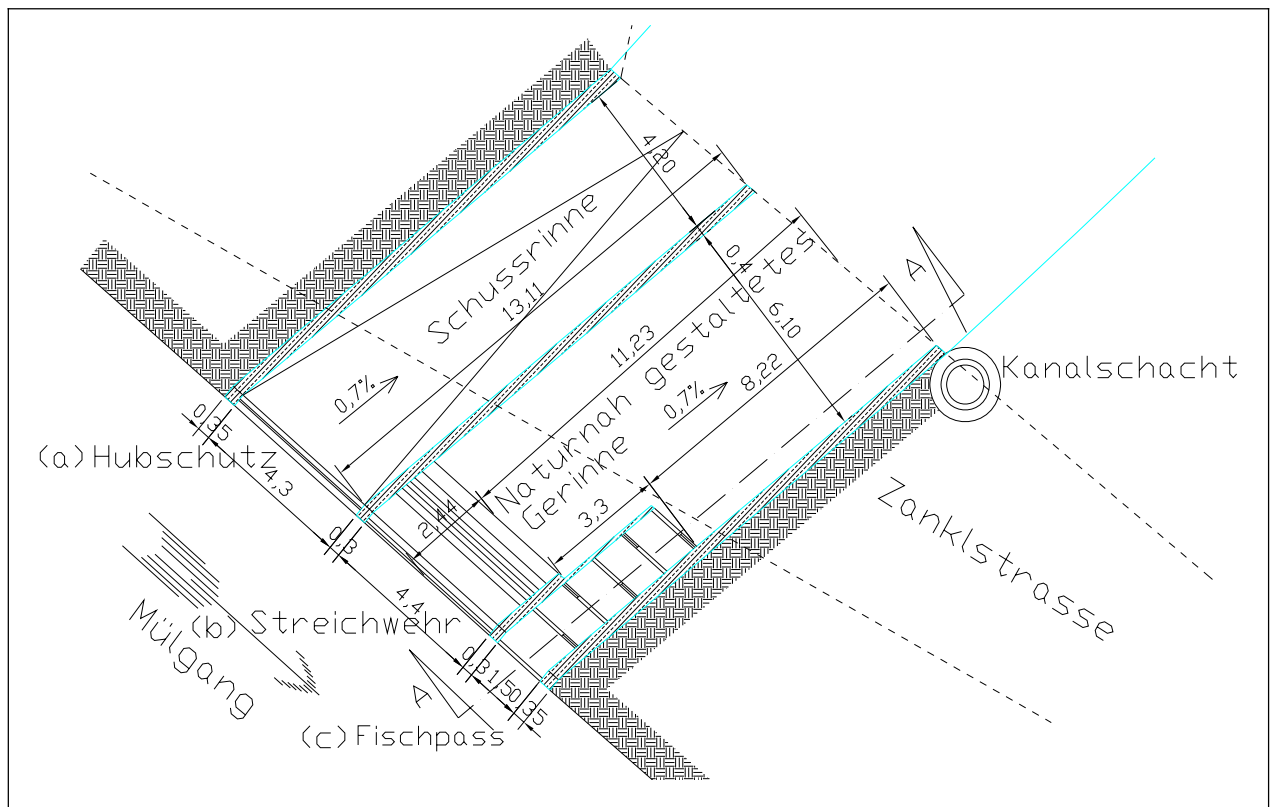
Die Hauptanforderungen für das Einlaufbauwerk der Variante 1 sind eine sichere Hochwasserentlastung und die Fischdurchgängigkeit.

Das Einlaufbauwerk besteht aus:

Hubschutz (a)

Streichwehr (b)

Fischpass (c)



**Abbildung 3.6** Variante 1, Einlaufbauwerk Plan – Schnitt C-C

Der Plan ist im Maßstab 1:200 unter Nummer 6 im Kapitel 7 zu finden.

Der Hochwasserabfluss von 20 m<sup>3</sup>/s fließt durch die Öffnung (a) mit gesteuertem Verschluss (Anmerkung: Im Variantenvergleich wird der Verschluss in Form eines Hubschützes einbezogen. In der späteren Detailausarbeitung wird diese Konstruktion noch optimiert). Daran schließt eine ~13 m lange Schussrinne an. Diese wird vom permanent durchflossenen, naturnahen Gerinneteil durch eine Betonwand getrennt, die zugleich als Mitteleinlaufträger der Zanklstraßebrücke dient.

Der nahezu konstante Wasserstand im Mühlgang und im Einlaufbereich des Thalerbachs wird durch ein 4,4 m langes Streichwehr (b) gewährleistet:

Die Überfallkante des Streichwehrs befindet sich auf Kote 359,60 m.

Der Normalwasserspiegel im Mühlgang liegt 10 cm darunter auf Kote 359,50 m und wird bei jeder Wasserspiegelerhöhung von über 10 cm überronnen auch bevor das Tafelschütz gehoben wird.

Die Fischdurchgängigkeit wird durch eine Fischtreppe (c) gesichert. Diese besteht aus 5 Tümpeln mit einem Wasserspiegelunterschied von 28 cm. Der Einlauf ist auf Kote 359,45





Die Berechnungen werden in der folgenden Tabelle 3.1 dargestellt, wo :

$$\text{Gl. 3.1 } R_h = \frac{F}{U} [m] - \text{Hydraulischer Radius}$$

C – de Chezy Koeffizient

$$\text{Gl. 3.2 } C = \frac{1}{n} \cdot R_h^{1/6} [m^{0,5}/s] \text{ Manning Formel}$$

n – Manning's Rauigkeit Koeffizient

$$\text{Gl. 3.3 } Q = F \cdot C \cdot \sqrt{R_h \cdot I_E} [m^3/s] \text{ Wasserdurchfluss}$$

$I_E$  – Energiegefälle für den Fall gleich dem Sohlgefälle

$$\text{Gl. 3.4 } v = \frac{Q}{F} [m/s] \text{ Fließgeschwindigkeit}$$

$$I=0.005$$

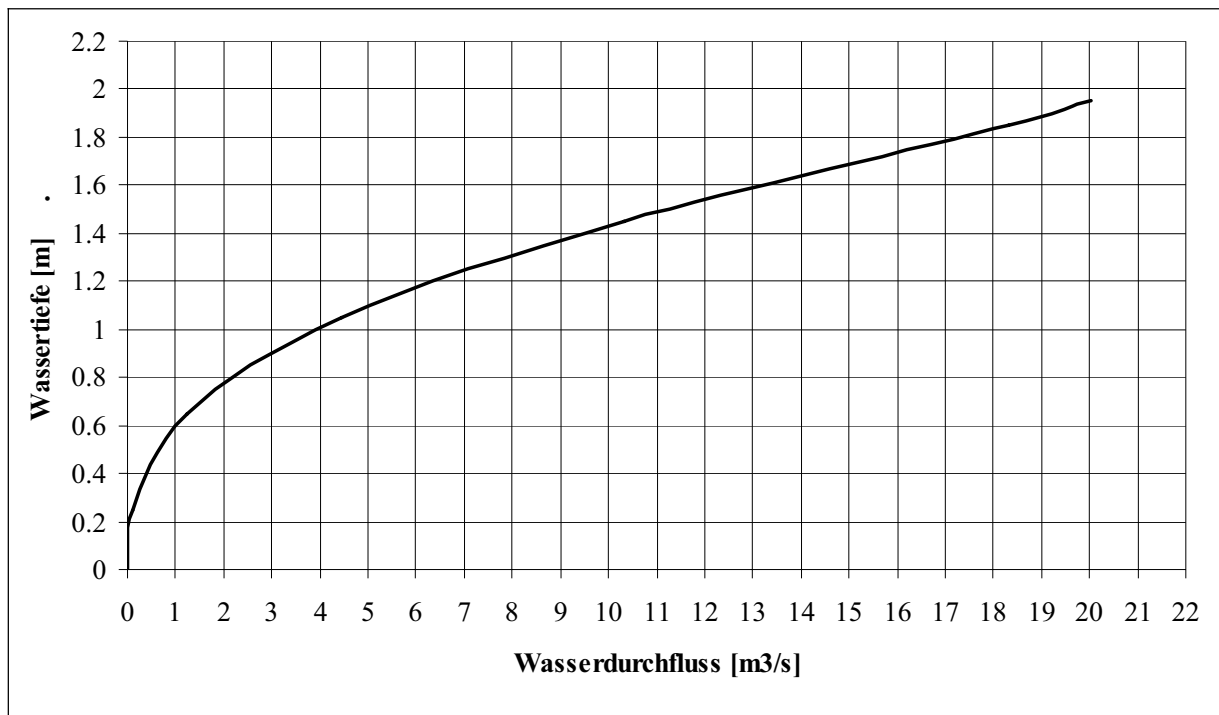
$$n=0.05 \text{ ( für kurvigen Fluss, Kies 75-150 mm)}$$

$$k_{\text{St mitl.}}=1/n=20.0$$

$$Q=20\text{m}^3/\text{s}$$

Wassertiefe	Umfang	Fläche	$R_h$	C	Q	v
m	m	M2	m	$m^{0,5}/s$	$m^3/s$	m/s
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
0.25	2.16	0.32	0.15	14.55	0.1	0.40
0.65	5.87	1.89	0.32	16.56	1.3	0.66
1.05	8.69	4.73	0.54	18.07	4.5	0.94
1.45	10.53	8.45	0.80	19.28	10.3	1.22
1.85	12.55	12.79	1.02	20.06	18.3	1.43
1.95	13.63	13.94	1.02	20.08	20.0	1.44

**Tabelle 3.1**



**Abbildung 3.9** Schlüsselkurve Profiltyp 2

Aus Tabelle 3.1 und Abbildung 3.9 ist es sichtbar, dass die Bemessungshochwassermenge von 20 m³/s bei einer Tiefe von 1,95 m durchfließen kann.

In der folgenden Abbildung 3.10 ist die Bestimmung der kritischen Tiefe dargestellt.

Die gerade „E“ stellt die spezifische potentielle Energie dar:

$$\text{Gl. 3.5 } E = h$$

h – Fließtiefe

Die Kurve „e“ stellt die spezifische kinetische Energie dar:

$$\text{Gl. 3.6 } e = \frac{\alpha \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot \omega^2} ; \text{ wo}$$

$\alpha$  – Coriolis Koeffizient für Korrektur der kinetischen Energie  $\sim 1$

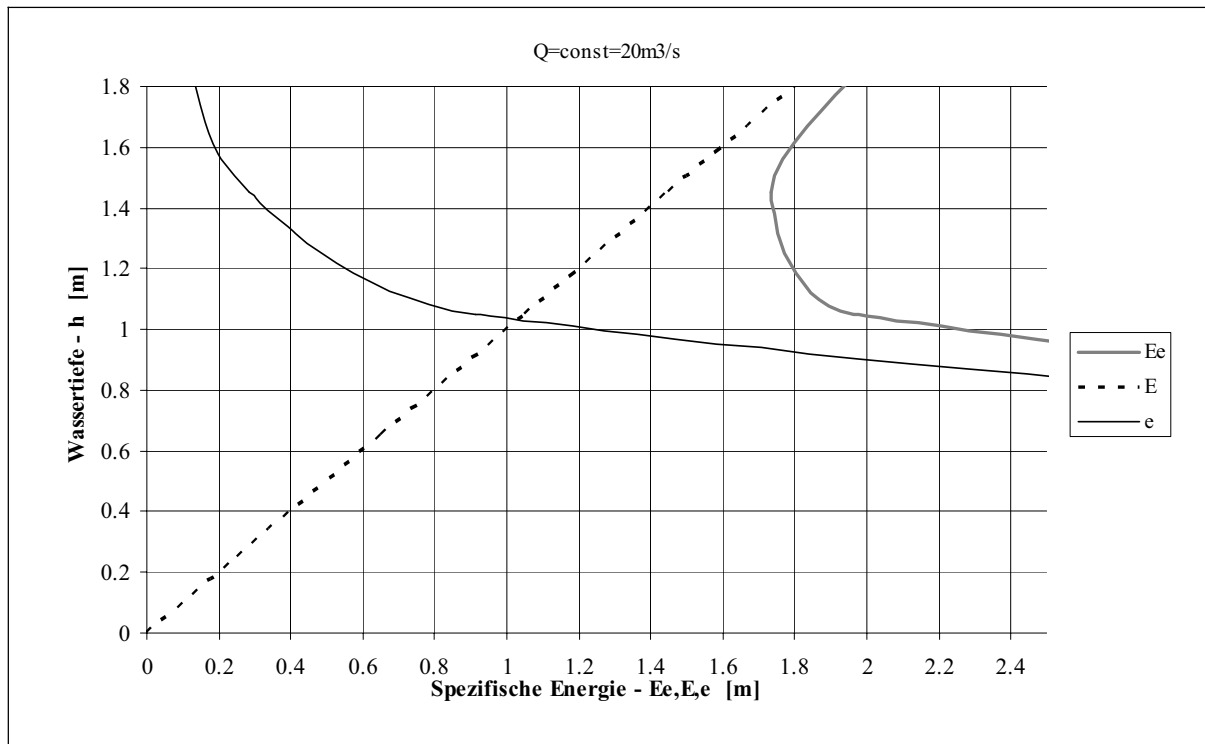
g – Erdbeschleunigung = 9,81 m/s²

$\omega$  – Querschnittsfläche

Die Kurve „Ee“ stellt die Summe beider Funktionen dar:

$$Ee(h) = E + e$$

Das Minimum der Funktion bestimmt die kritische Tiefe.



**Abbildung 3.10** Bestimmung der kritischen Tiefe im Profiltyp 2

Aus Abbildung 3.10 wird klar, dass die kritische Tiefe für Profiltyp 2 1,45 m beträgt. Das bedeutet, dass der Fließzustand in dem Abschnitt strömend ist.

Aus Abbildung 3.8 kann man sehen, dass die Gerinntentiefe 2,10 m und die berechnete Fliesstiefe 1,95 m beträgt. Das bedeutet, dass der Freibord nur 0,15 m ist. Um eine Freibordvergrößerung zu sichern, soll das geplante Gerinne entweder vertieft oder verbreitert werden. Die Vertiefung ist wegen des Kanalisationssystems nur bedingt möglich, dazu kommt auch, dass eine Profilerweiterung nicht überall möglich ist. Bei einer Auswahl dieser Variante, werden im Trassenabschnitt mit Profiltyp 2 mehrere Profiltypen, die den vorhandenen Potenzialen entsprechen, geplant.

Die Einmündung in die Mur gelingt durch eine fischpassierbare Steinrampe.

### 3.1.5 Ökologische- und Naherholungsfunktion

Die ökologische Bedeutung einer ungehinderten Migrationsmöglichkeit ist sehr groß. Durch das neue Gerinne werden Mur, Mühlgang und Thalerbach verbunden und somit als



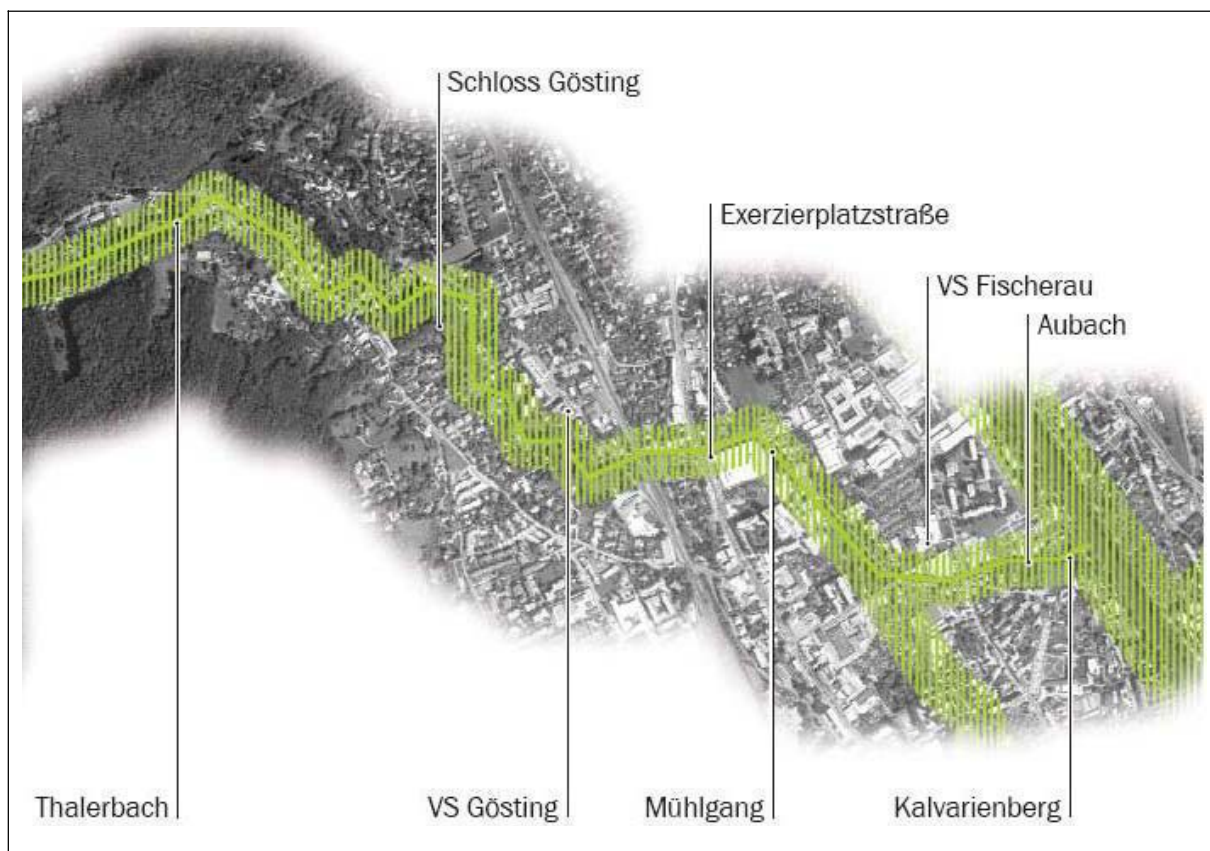
Schutzraum bei einem Murhochwasser und Laichplatz der wandernden Organismen genutzt.

Die beiden in dieser Variante geplanten Fischaufstiegshilfen bieten diese Möglichkeiten an. Diese besteht im Einlaufbauwerk aus 5 Becken mit einem Höhenunterschied von je 0,28 m. Im höchstgelegenen Becken ist der Wasserstand gleich wie im Mühlgang. Die Fischpassierbarkeit von der Mur in das Entlastungsgerinne wird durch eine Steinschüttsohlrampe mit geringem Sohlgefälle gewährleistet.

Die Naherholungsfunktion wird im Zusammenhang mit „Grünes Netz Graz“ betrachtet.

Grünes Netz Graz ist ein Konzept, das von der Stadtbaudirektion Graz entworfen wurde. Sein Ziel ist es sowohl ökologische Verbindungen zwischen Grünobjekten zu schaffen als auch den grünen Stadtraum vor Verbauung zu schützen.

Ein Teil der Programm ist auch der Grünzug Gösting (siehe Abbildung 3.11), der entlang dem Thalerbach, durch den Mühlgang, die Zanklstrasse und den Aubach verläuft und sich mit dem Grünkorrridor Mur verbindet.



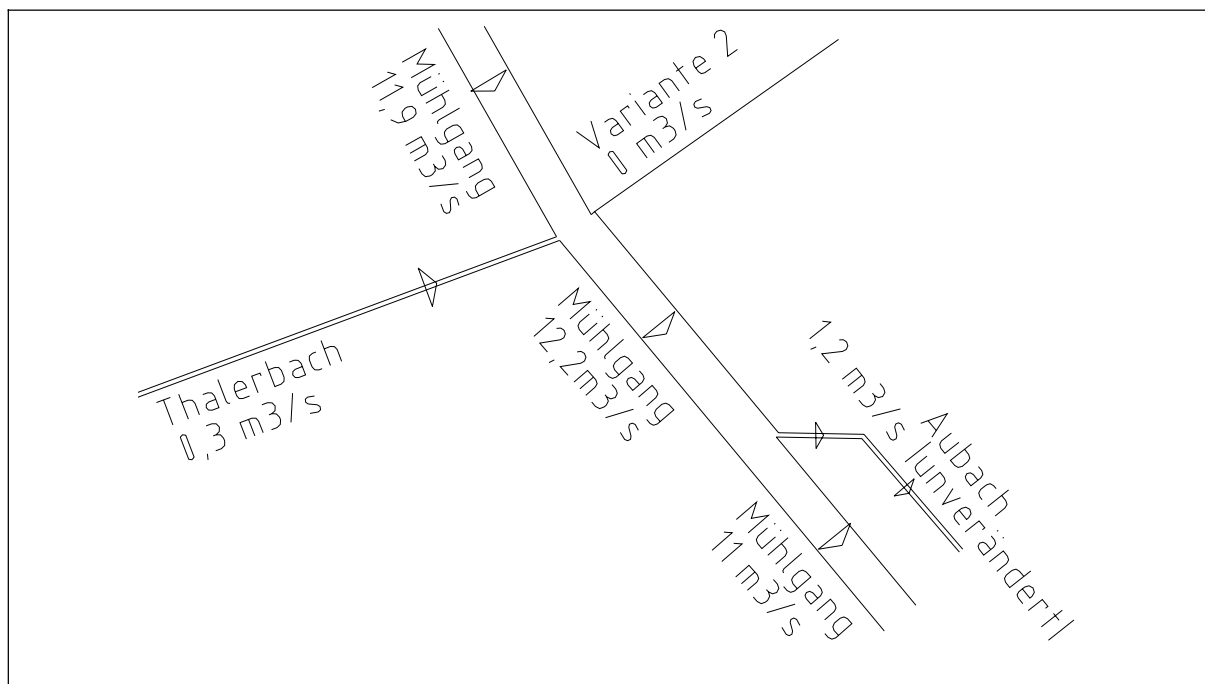
**Abbildung 3.11** Grünzug Gösting (Grünes Netz Graz – Broschüre 2006 )

Variante 1 der vorliegenden Studie ist eine mögliche Fortsetzung des Grünen Zugs - Gösting.

In der Optimierung der gewählten Variante wird das dem Grünen Netz Graz zugrundeliegende Konzept weiter verfolgt - mit der Hinzufügung von einem Begleitweg entlang dem Einlaufbauwerkstümpelpass, einem Spiel- und Erholungsraum und einem Radweg. Das sind alles Elemente des Grünen Netzes und entsprechen den im Sachprogramm Grazer Bäche genannten Prinzipien.

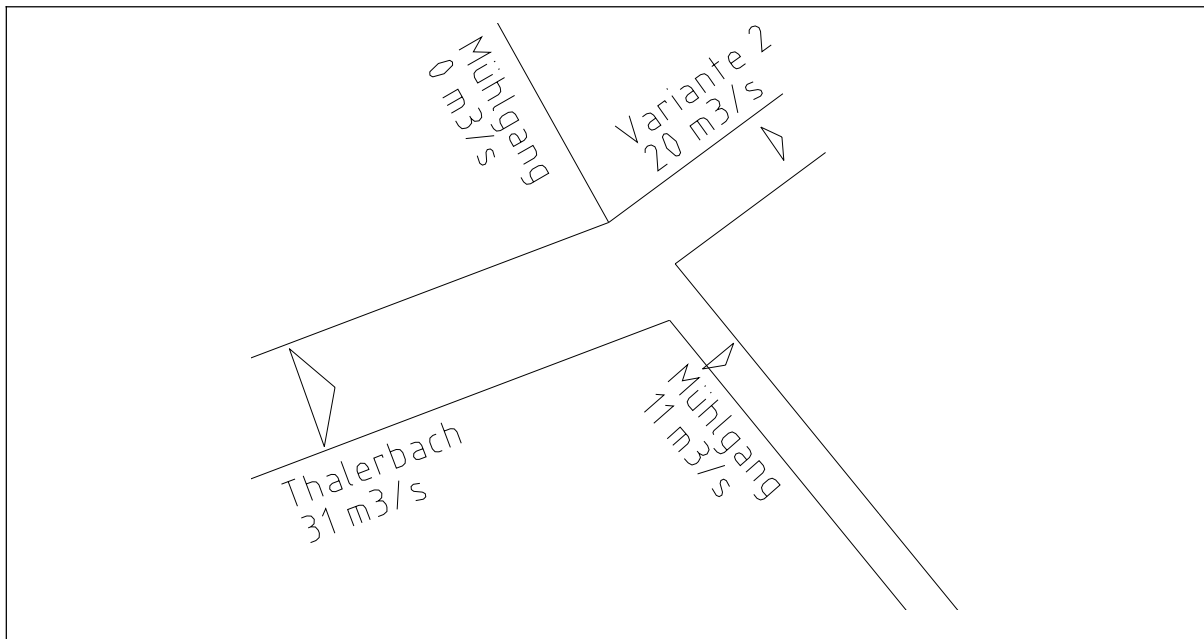
Zur zusätzlichen Veranschaulichung sind im Anhang 8.3.2. Bilder von der Trasse der Variante 1 zu sehen.

### 3.2 Variante 2 – Verdoltes Kanalbauwerk



**Abbildung 3.12** Abflussverteilungsschema - Mittlerer Abfluss, Projekt Zustand Variante 2

Variante 2 ist ein verdoltes Kanalbauwerk, das von zwei unabhängig funktionierenden Gallerien im Ausmaße von 1,4/2,5 m besteht. Es verläuft auf einer Strecke von 550 m in unmittelbarer Nähe zur Exerzierplatzstrasse und ist der kürzeste Weg zwischen der Thalerbachseimündung in den Mühlgang und der Mur. Eine Geschiebedurchführung ist in dieser Variante möglich.



**Abbildung 3.13** Abflussverteilungsschema - Hochwasser (HQ<sub>100</sub>), Projekt Zustand, Variante 2

### 3.2.1 Trassenverlauf



**Abbildung 3.14** Trassenverlauf Variante 2

Eine Idee für die Nutzung der Exerzierplatzstraße als Trasse für die Hochwasserentlastung des Thalerbachs ist schon in der „Studie 2006 Hochwasserschutz“ [IGBK 2006] und in älteren Projekten zu sehen.

Bei der Auswahl der Trasse für Variante 2 sind folgende Rahmenbedingungen berücksichtigt:

- Die Trasse soll möglichst kurz gehalten werden.
- Der Einlauf in die neue Strecke soll direkt aus dem Mühlgang möglichst nahe an der Mündung des Thalerbaches erfolgen.
- Bestehende Gebäude müssen grundsätzlich erhalten bleiben.
- Die Ver- und Entsorgungssysteme (Abwasserentsorgung, Wasserleitung etc.) sollen möglichst wenig verändert werden.

### 3.2.2 Flächenbedarf

Die Variante 2 ist vorwiegend auf einem Gewerbegebiet und unter der Exerzierplatzstrasse situiert (siehe Tabelle unten). Die Flächen werden nur während der Bauzeit benutzt, das Bauwerk wird zugeschüttet und sie werden wegen deren Nutzung eine gewisse Baubeschränkung erhalten.

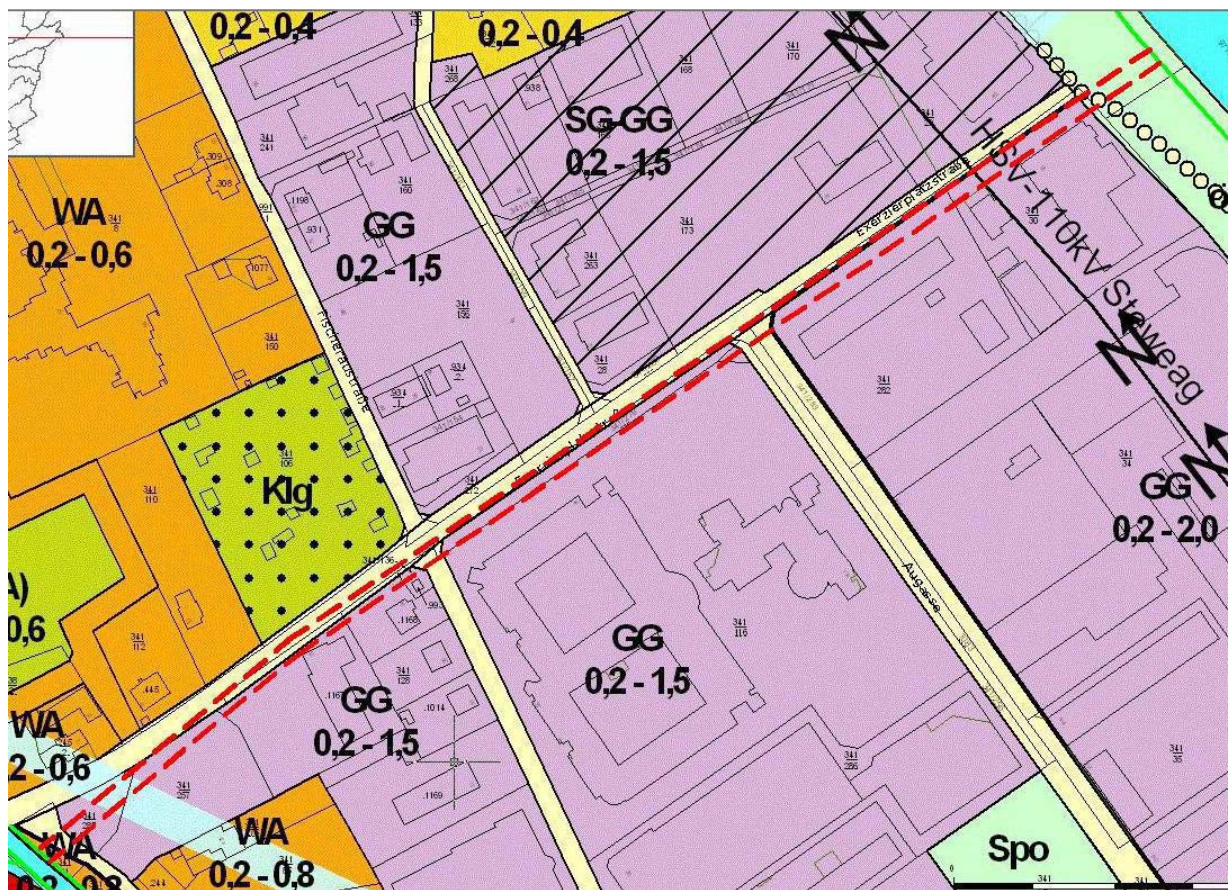
Für die Trasse von Variante 2 notwendige Flächen:

Flächenwidmung	[lfm]	[%]
Strassen	5	1
Wohngebiet	125	24
Gewerbegebiet	359	69
Öff. Parkgebiet	33	6

Das Einlaufbauwerk ist hauptsächlich auf der Fläche eines schmalen Privatgrundstückes situiert.

Diese Lösung ist die kürzeste und geradeste Trasse von allen.





**Abbildung 3.15** Flächenwidmungsplan – Ausschnitt, Variante 2 [ STADT GRAZ Stadtplanung 2009 ]

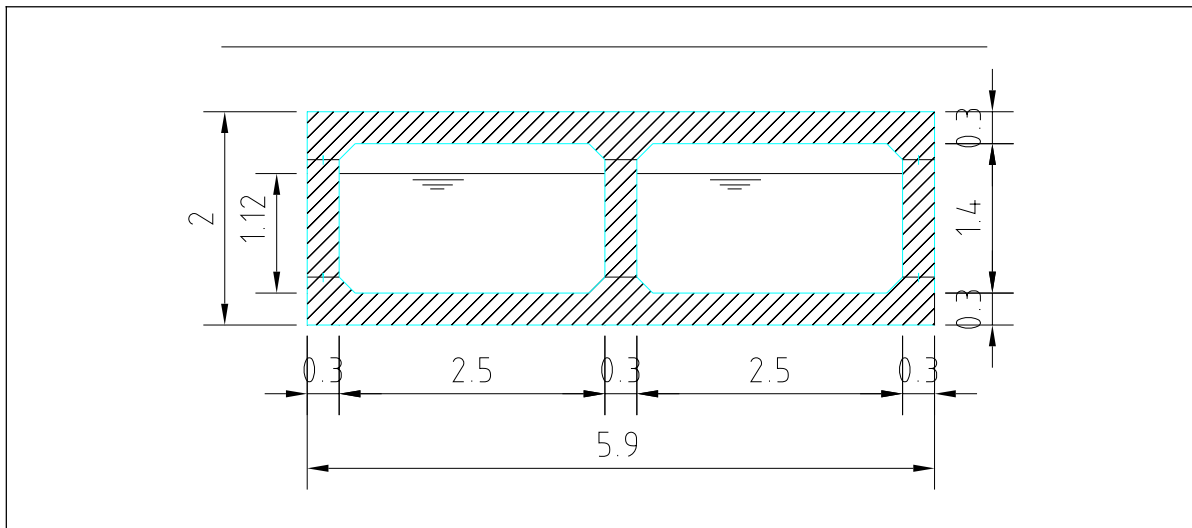
### 3.2.3 Einlaufbauwerk

Das Einlaufbauwerk für die Variante 2 besteht aus zwei Tafelschützen mit einer Breite von je 2,5 m und automatischem Antrieb. Es wird im Zusammenhang mit dem Steuerungssystem des im Oberlauf des Thalerbachs befindenden Rückhaltebeckens betrieben.

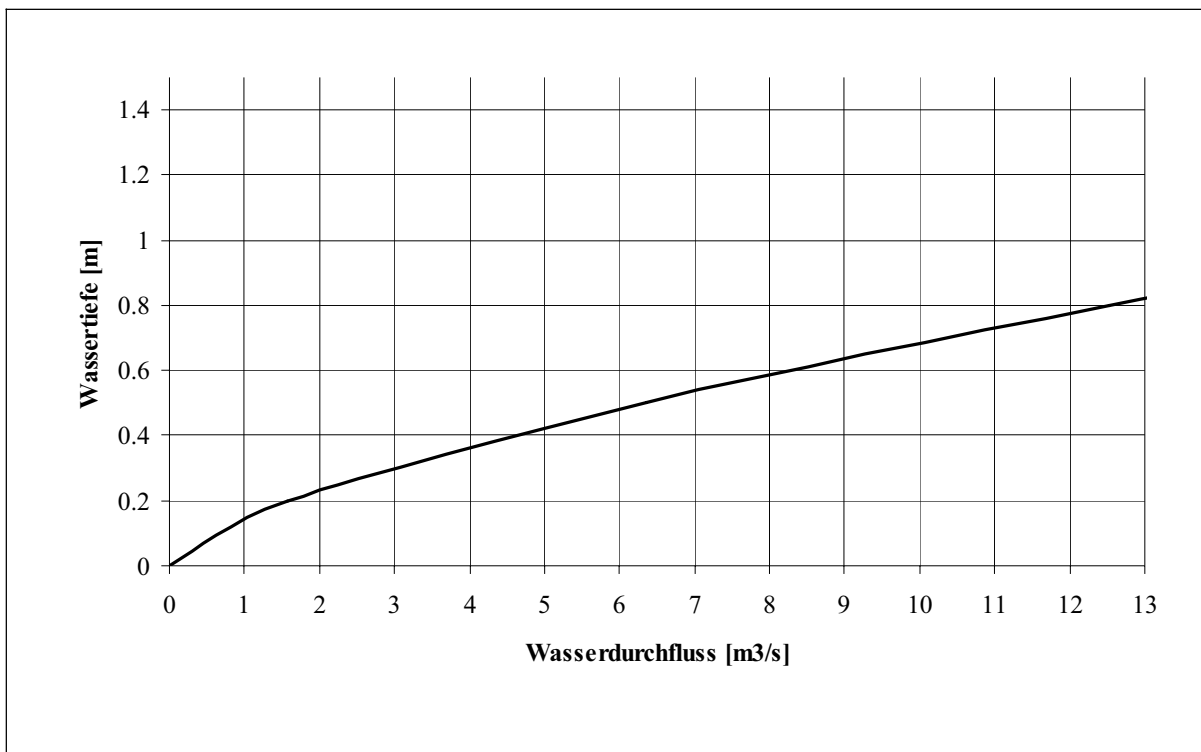
### 3.2.4 Entlastungskanalbauwerk

Das Sohlgefälle beträgt in dem ersten 8,3 m langen Abschnitt 0,5 %. Das ist wegen der Erhaltung der Kanalrohrhöhenlage notwendig. Aus hydraulischer Sicht hat das keine negative Auswirkung auf die Abflussverhältnisse, weil die nachfolgende Strecke mit 2 % Sohlgefälle vorgesehen ist und daher in beiden Strecken schießender Strömungszustand herrschen wird.

Der Bauwerksquerschnitt bleibt auf der ganzen Strecke unverändert (siehe Abbildung 3.1).

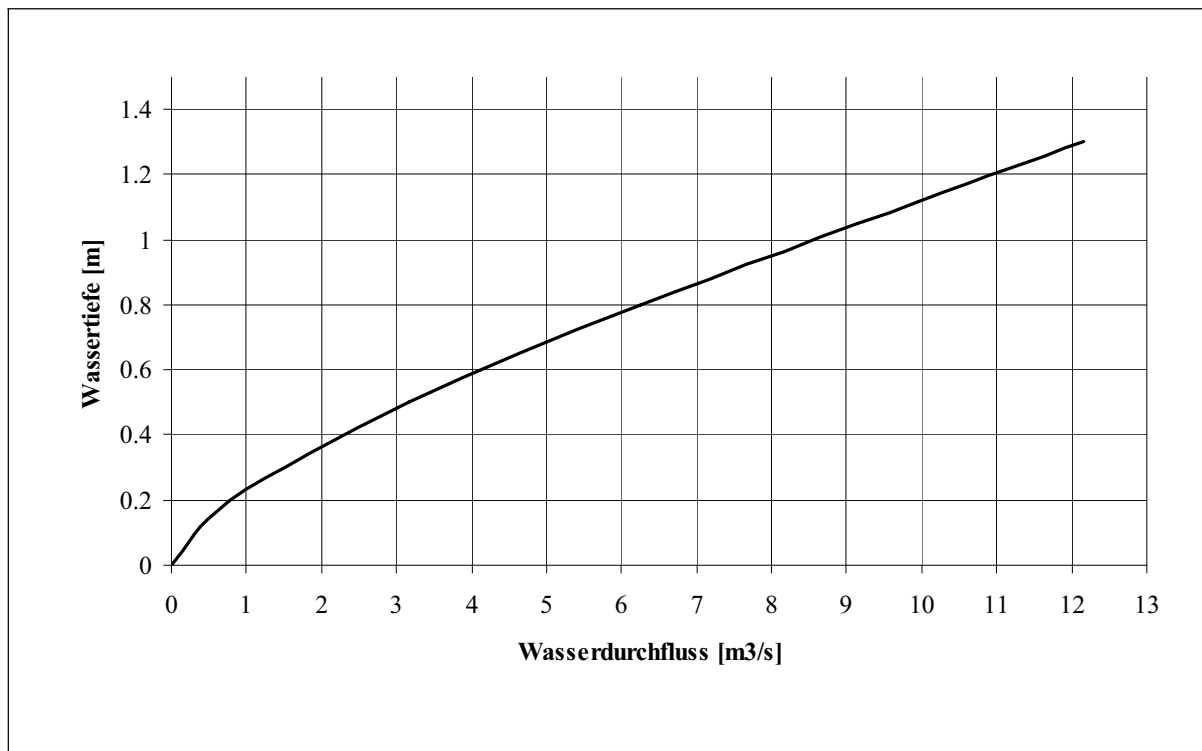


**Abbildung 3.16** Profiltyp für Variante 2



**Abbildung 3.17** Schlüsselkurve Abschnitt 2 Variante 2, Sohlgefälle 2 %

Die Fließtiefe ist vom Sohlgefälle abhängig und beträgt für den 111 m langen zweiten Abschnitt mit 2 % Sohlgefälle 0,68 m (siehe Abbildung 3.17) und für den 386 m langen dritten Abschnitt mit 0,5 % Sohlgefälle 1,12 m (siehe Abbildung 3.18)



**Abbildung 3.18** Schlüsselkurve Abschnitt 3 Variante 2, Sohlgefälle 0,5 %

Bei einem Renovierungs- oder Reinigungsfall ist ein Zugang für Baumaschinen notwendig. Ein solcher ist an zwei Stellen vorgesehen: beim Einlauf und kurz vor dem Auslauf. An diesen Stellen wird auch ein Durchgang zwischen den beiden Galerien ermöglicht.

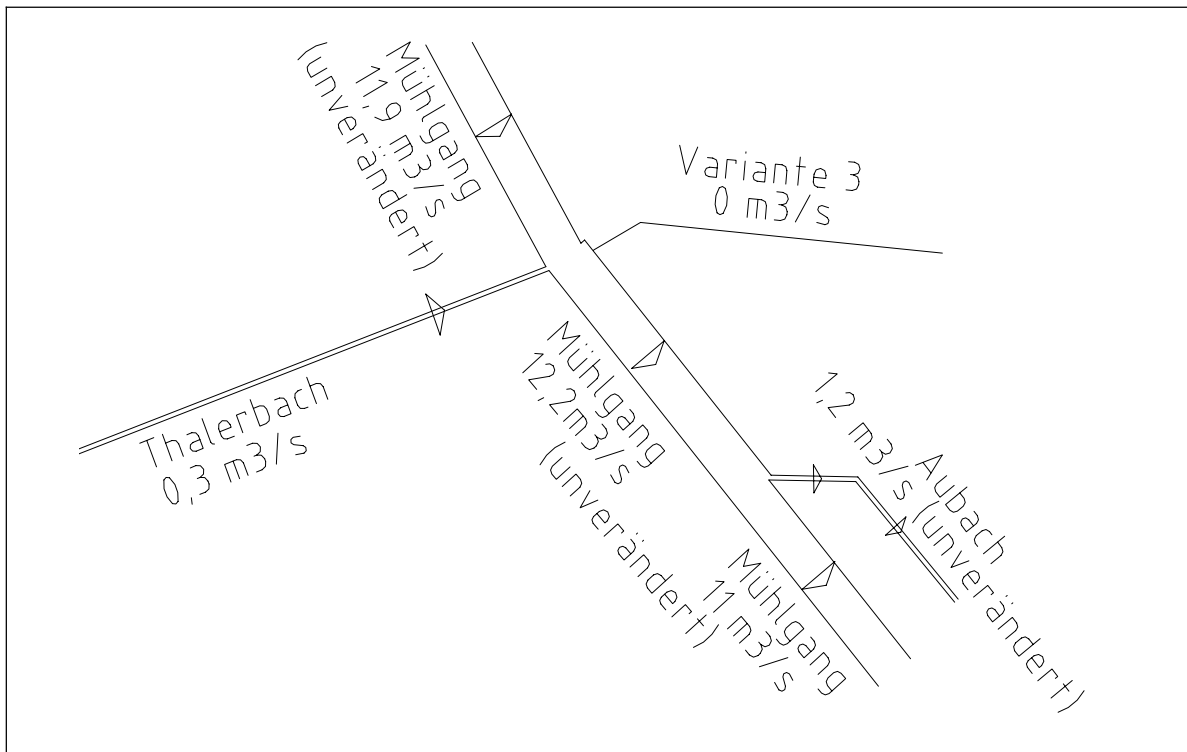
Das Entlastungsbauwerk wird hauptsächlich auf den Flächen in unmittelbarer Nähe der Exerzierplatzstrasse gebaut, während der Bauarbeiten wird ein Sperren von einer Spur oder der ganzen Strasse notwendig sein.

Der Geschiebetransport durch das neue Bauwerk wird als vernachlässigbar angenommen (siehe Kapitel 2.2.). Doch wegen der Tatsache, dass das Hochwasser sehr reich an Schwebstoffen und Geschwemmsel sein kann, ist eine Spülung nach jedem Betriebsfall vorgesehen.

Das Entlastungsbauwerk mündet durch eine Schussrinne mit Sohlenneigung von 13,3 % in die Mur. Die Sohlkote beim Auslauf beträgt 353,90 müA. Sie ist die höchste aller 4 Varianten und ermöglicht die kürzeste Rückstaulänge bei einem Murhochwasser. Bei einem  $HQ_{30}$  wird sich kein Rückstau bilden und bei  $HQ_{100}$  wird er bis 167 m reichen.

Zur zusätzliche Veranschaulichung sind im Anhang 8.3.3. Bilder von der Trasse der Variante 2 zu sehen.

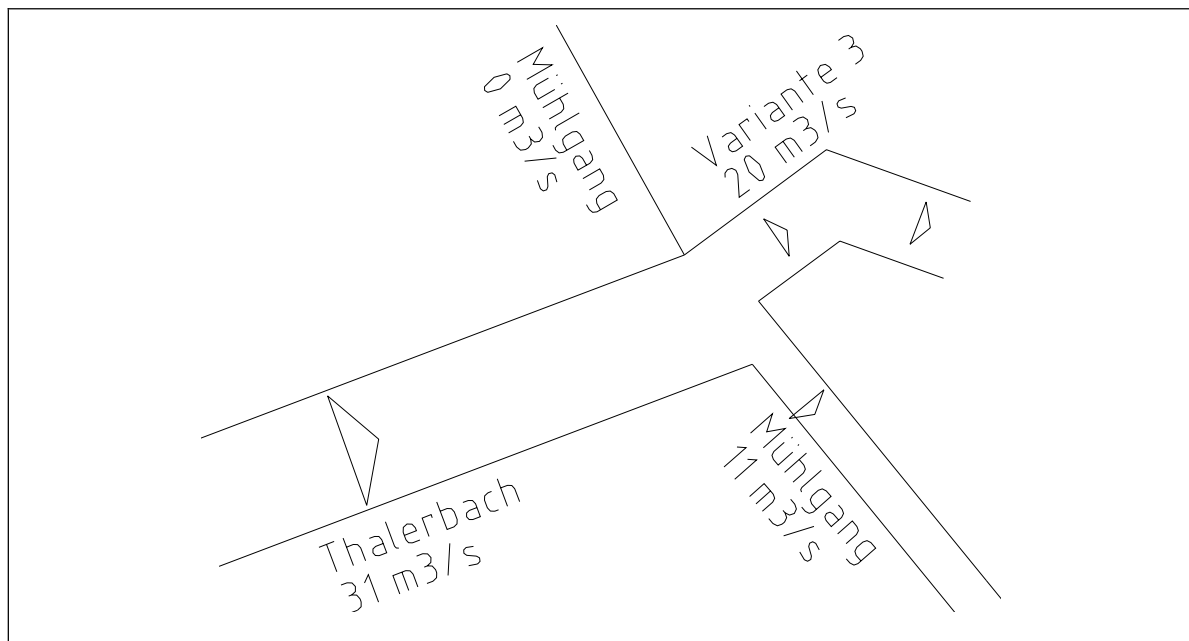
### 3.3 Variante 3 – Eingegrabene Rohrleitung



**Abbildung 3.19** Abflussverteilungsschema – Mittlerer Abfluss, Projekt Zustand, Variante 3

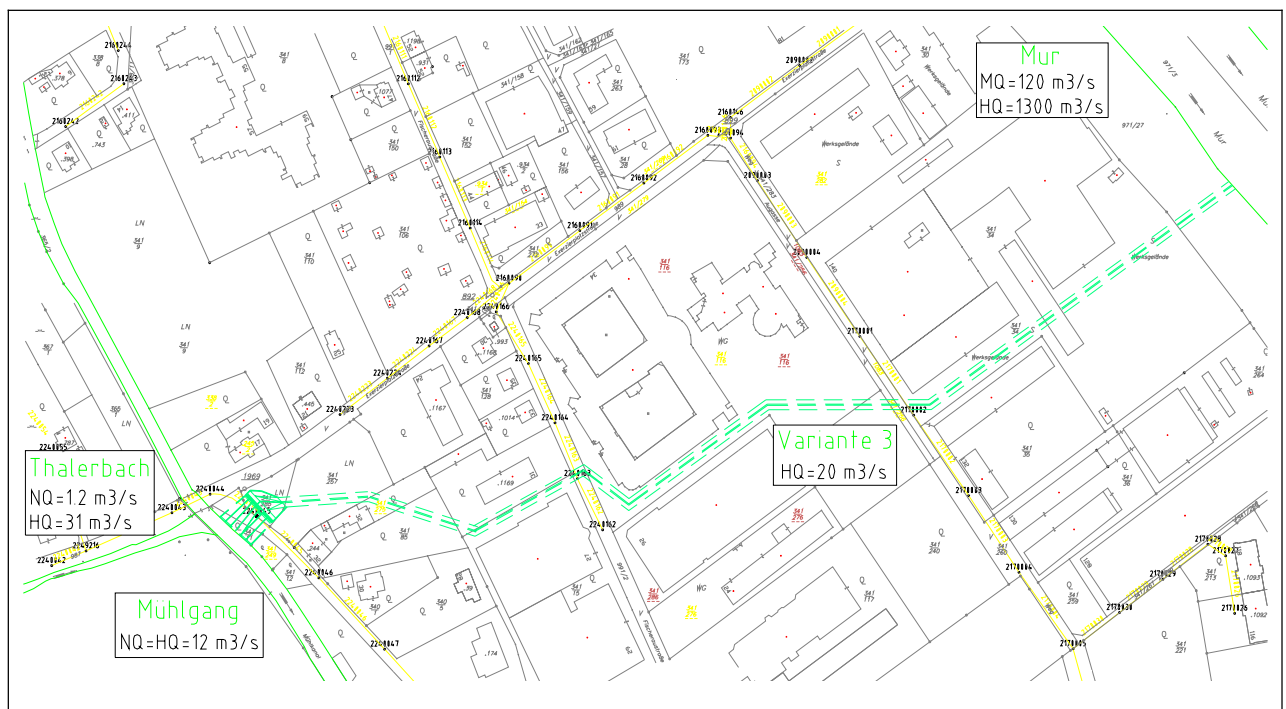
Variante 3 ist eine eingegrabene Rohrleitung mit einer Länge von 605 m. Sie besteht aus zwei nebeneinander verlegten Rohren mit einer Durchmesser von 2,0 m, die unabhängig voneinander funktionieren können. 81% der Trasse verläuft durch die unbebauten Flächen des Gewerbegebietes und durchquert das Strassen- und Kanalnetz an 3 Stellen. Es ist ein reines Hochwasserentlastungsbauwerk vorgesehen, dass kein Geschiebe durchlassen kann.





**Abbildung 3.20** Abflussverteilungsschema - Hochwasser (HQ100), Projekt Zustand, Variante 3

### 3.3.1 Trassenverlauf



**Abbildung 3.21** Trassenverlauf Variante 3

Bei der Auswahl der Trasse für Variante 3 sind folgende Rahmenbedingungen berücksichtigt:

- Es ist eine Alternative der Variante 2 zu schaffen, um festzustellen, ob es eine andere Möglichkeit für verdolte Konstruktion gibt.
- Die Ver- und Entsorgungssysteme (Abwasserentsorgung, Wasserleitung etc.) sollen möglichst wenig verändert werden.
- Der Einlauf in die neue Strecke soll direkt aus dem Mühlgang möglichst nahe an der Mündung des Thalerbaches erfolgen.
- Bestehende Gebäude müssen grundsätzlich erhalten bleiben.
- Die Trasse soll eine minimale Länge haben.

Wegen der Anforderung keinen schon bebauten Grund für die Trasse zu benutzen, ist eine Trasse mit 7 Knicken vorgesehen.

### 3.3.2 Flächeninanspruchnahme

Variante 3 ist vorwiegend auf Gewerbegebiet situiert (siehe Tabelle unten). Die Flächen werden nur während der Bauzeit genutzt. Das Bauwerk wird zugeschüttet und die Flächen werden ihre vorherige Nutzung, mit einer gewissen Baubeschränkung, die vom gewählten Rohrtyp und der Ausführungsmethode abhängig ist, behalten.

Für die Trasse von Variante 3 notwendige Flächen:

Flächenwidmung	[lfm]	[%]
Strassen	30	5
Wohngebiet	47	8
Gewerbegebiet	492	81
Öff. Parkgebiet	36	6

Das Einlaufbauwerk ist hauptsächlich auf einem schmalen Privatgrundstück, der Zanklstrasse und einer Buswendestelle situiert.



**Abbildung 3.22** Flächenwidmungsplan – Ausschnitt, Variante 3 [ STADT GRAZ Stadtplanung 2009 ]

### 3.3.3 Einlaufbauwerk

Die Hauptaufgabe für das Einlaufbauwerk der Variante 3 ist einen, sicheren steuerungs-freien konstanten Wasserstand im Einlaufbereich des Thalerbaches zum Mühlgang zu sichern. Diese Funktion wird am besten durch ein Streichwehr mit einer Breite von 19,8 m und 6 Feldern erreicht. Jedes Feld hat eine Sperrmöglichkeit durch einen Tafelschutz. Die Überlaufkante liegt auf Kote 359,60 m, 10 cm höher als der normale Betriebswasserstand im Mühlgang an dieser Stelle und wird bei jeder größeren Wasserspiegelerhöhung überflossen.

Nachfolgend wird eine grundsätzliche Abflußmöglichkeit ohne detaillierten hydraulischen Nachweis vorgestellt.



Wegen der Tatsache, dass das Hochwasser sehr reich an Schwebstoffen und Geschwemmsel sein kann, wird eine Spülung nach jedem Betriebsfall empfohlen. Dafür sind im Einlaufbauwerk Spülrohre mit einem Durchmesser von 0,2 m vorgesehen.

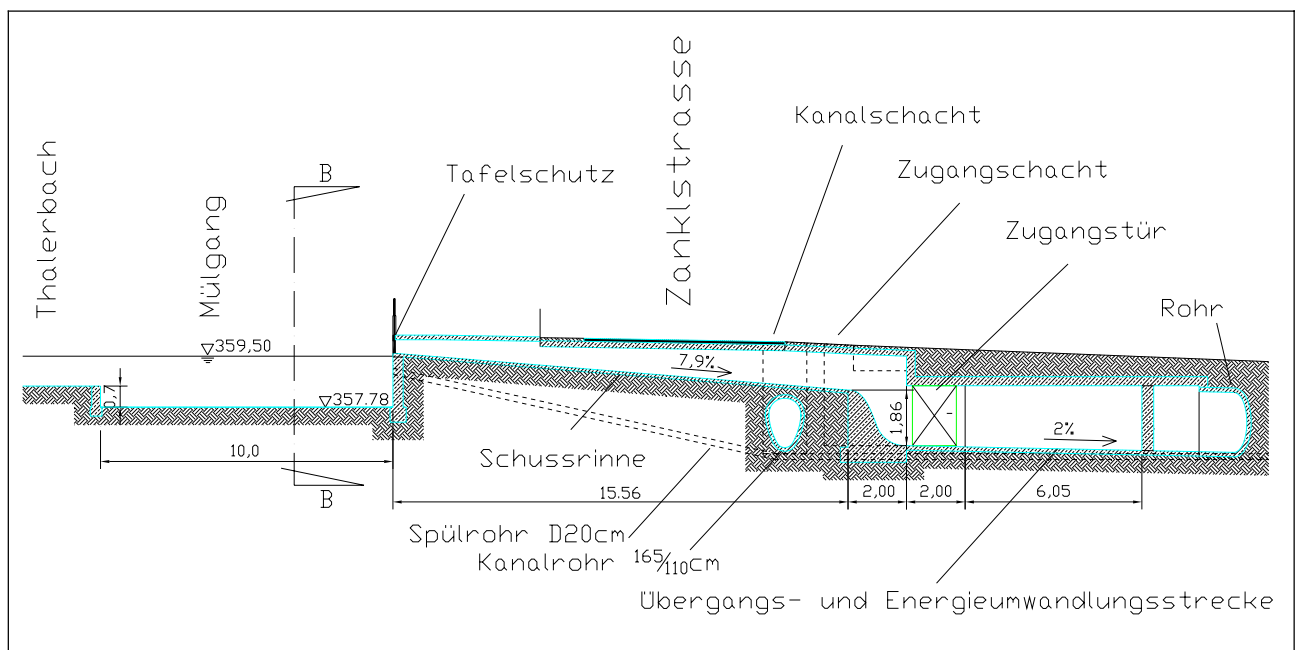


Abbildung 3.24 Einlaufbauwerk, Schnitt A-A, Variante 3

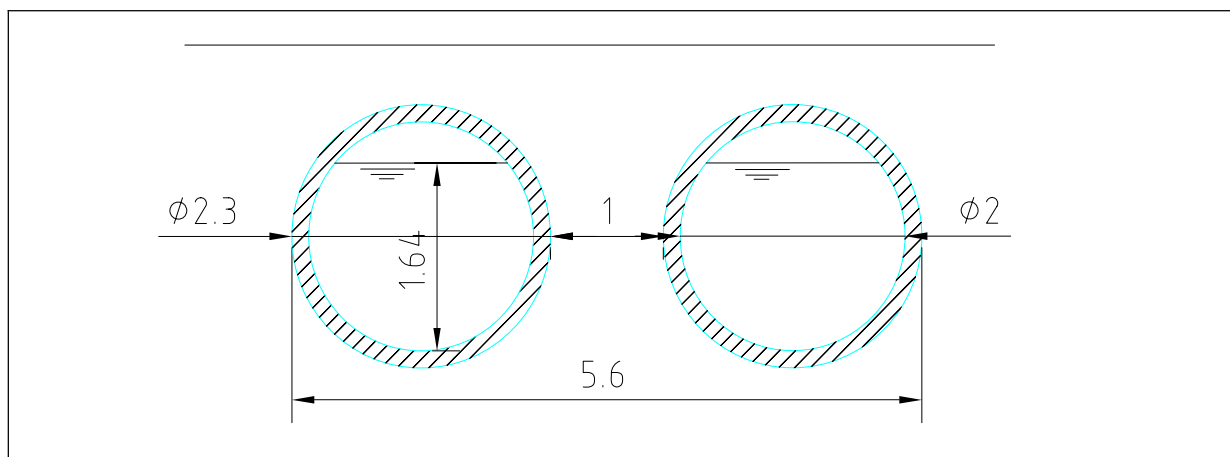
### 3.3.4 Entlastungsrohrleitung

Die zwei Rohre sind mit einem konstanten Durchmesser vorgesehen. Es wurden hydraulische Berechnungen, mit einer Betonrauhigkeit, für die Bestimmung des Durchmessers durchgeführt.



**Abbildung 3.25** Rohrschlüsselkurve Variante 3

Der für die Rohre in Variante 3 minimal notwendige Durchmesser beträgt 2,0 m.



**Abbildung 3.26** Typ Profil für Variante 3

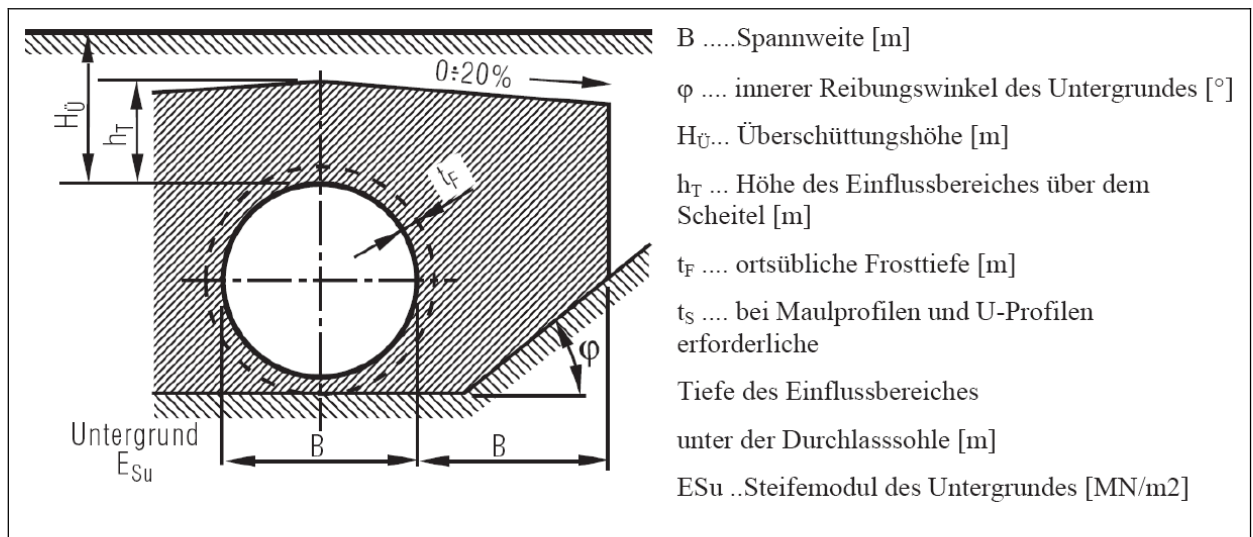
Es werden 3 Ausführungsmöglichkeiten, die den notwendigen geometrischen Anforderungen entsprechen, in Betracht gezogen:

Betonfertighöhre

Wellstahlrohre (siehe Anhang 8.2. Kataloge von Voest Alpine)

Polyesterharz-Glasfasern-Röhre (siehe Anhang 8.2. Kataloge von HOBAS)





**Abbildung 3.27** Einflussbereich des Bodens [Wellstahlrohre Katalog 2009 Voest Alpine]

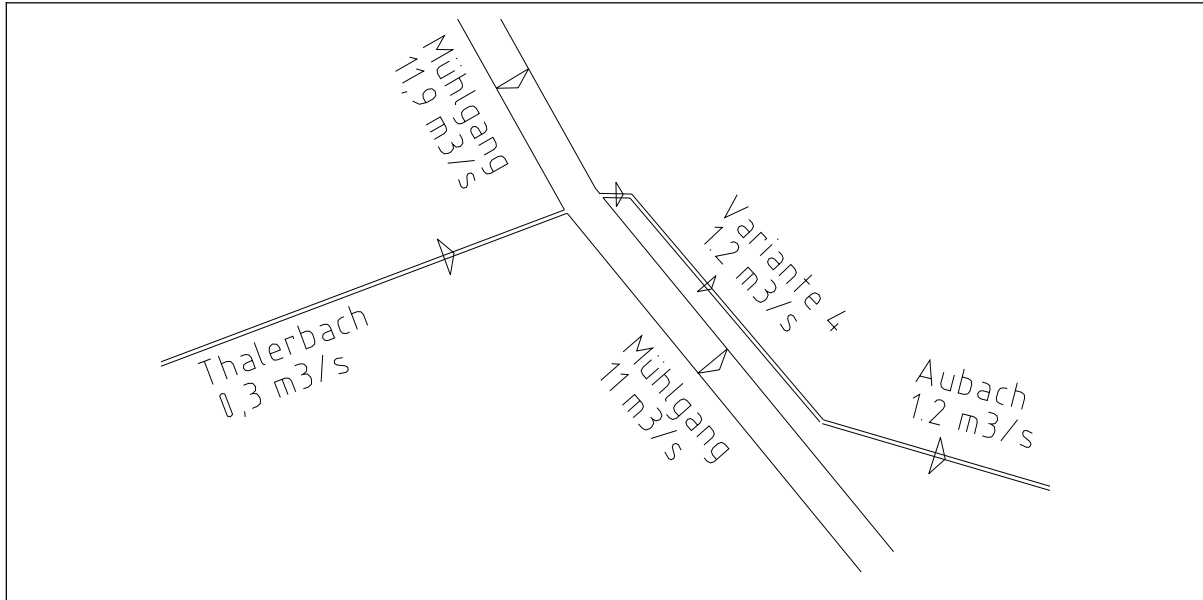
Bei dem Wellstahlrohr dürfen im unmittelbaren Hinterfüllungsbereich keine von außen wirkenden Kräfte wirksam sein (siehe schraffierten Bereich auf Abbildung 3.27). Diese Bedingung setzt Anforderungen, die die Ausführung dieses Projekts in dieser Form erschweren.

Die Polyesterharz-Glasfaser- und Betonfertighöhre sind für diese Konstruktion geeignet und würden bei einer Vertiefung dieser Variante weiter untersucht werden.

Die Trägheitskräfte des Wassers verursachen an den Knickstellen des Rohrbauwerkes unerwünschte Zugspannungen, die mit Festpunkte beherrscht werden können.

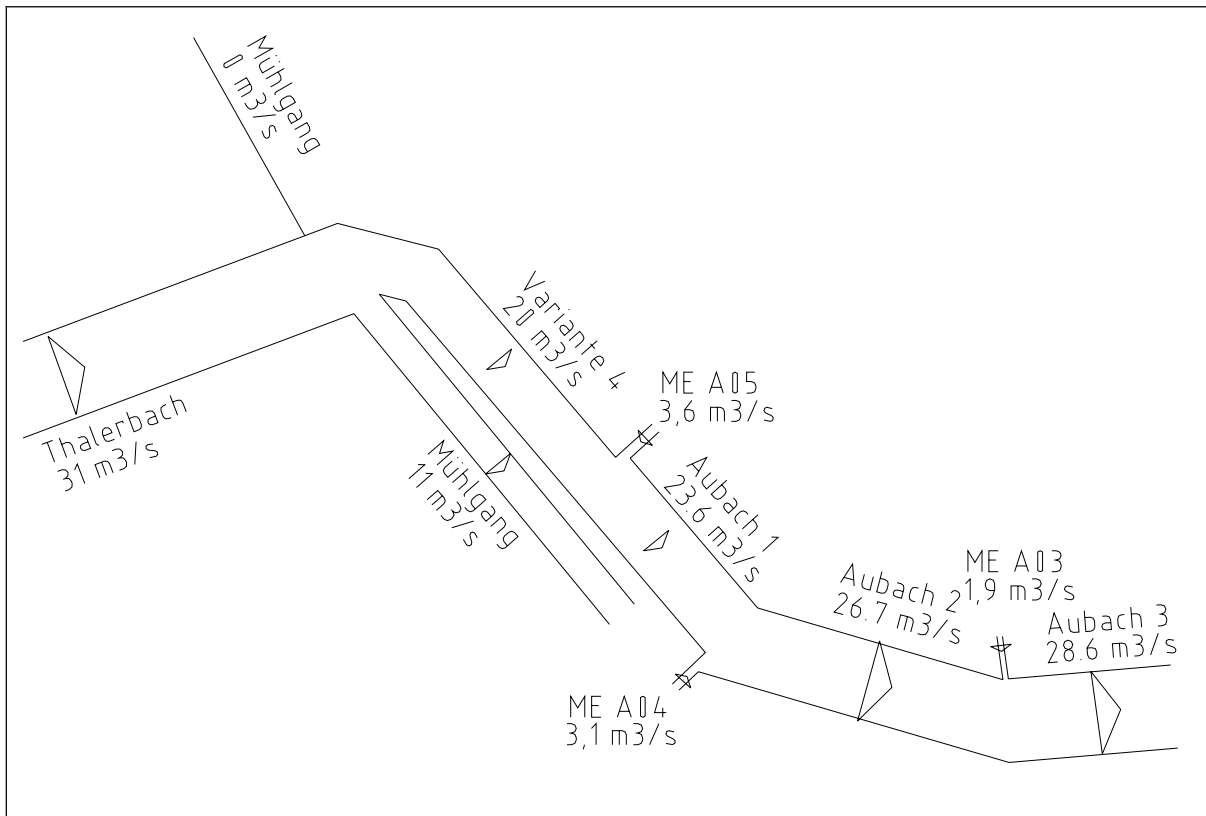
Die Rohrsohle beim Auslauf ist auf Kote 352,0 m, das ist oberhalb dem Wasserstand beim Normalwasser in der Mur aber tiefer als HQ<sub>30</sub> und HQ<sub>100</sub>. Das würde zu einem bis 519 m langen Rückstau bei extremen Hochwasserereignissen an der Mur führen.

### 3.4 Variante 4 – Verdoltes Kanalbauwerk und Restrukturierung des Aubachgerinnes



**Abbildung 3.28** Abflussverteilungsschema – Mittlerer Abfluss, Projekt Zustand Variante 4

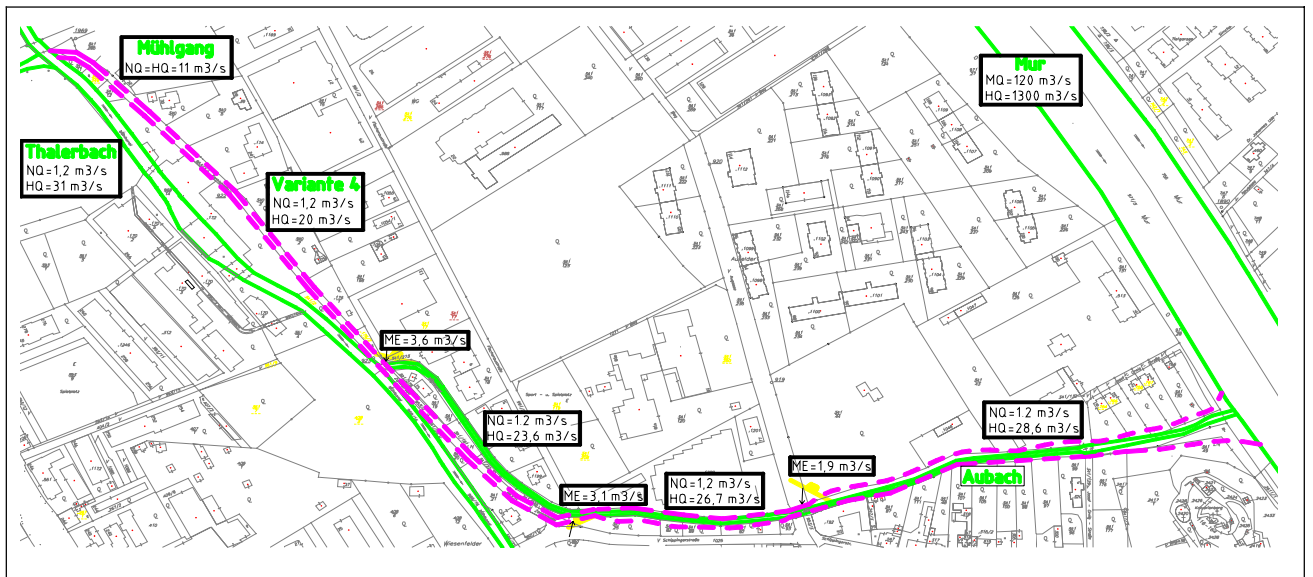
Variante 4 besteht aus einer Kombination zwischen einem Kanalbauwerk, das unterhalb der Zanklstrasse mit einer Länge von 520 m verläuft, und einem 505 m langen naturnahen Abschnitt, der als eine Vergrößerung des Flussquerschnittes des Aubachs ausgeführt wird. Eine Geschiebedurchführung ist durch diese Variante möglich und eine Fischpassierbarkeit ist eine Voraussetzung.



**Abbildung 3.29** Abflussverteilungsschema - Hochwasser (HQ<sub>100</sub>), Projekt Zustand, Variante 4

Auf dem Bild ist mit ME einer Mischwasserentlastung bezeichnet.

### 3.4.1 Trassenverlauf



**Abbildung 3.30** Trassenverlauf Variante 4

Bei der Auswahl der Trasse für Variante 4 sind folgende Rahmenbedingungen berücksichtigt:

- Das Flussbett des Aubaches soll als ein Teil der Trasse benutzt werden.
- Der Einlauf in die neue Strecke soll direkt vom Mühlgang möglichst nahe an der Mündung des Thalerbachs erfolgen.
- Bestehende Gebäude müssen grundsätzlich erhalten bleiben.
- Die Ver- und Entsorgungssysteme (Abwasserentsorgung, Wasserleitung etc.) sollen möglichst wenig verändert werden.

### 3.4.2 Flächenbedarf

Die Variante 4 ist vorwiegend unter der Zanklstrasse und zum Teil entlang des Aubaches situiert (siehe Tabelle unten).

Für die Trasse von Variante 4 notwendige Flächen:

Flächenwidmung	[lfm]	[%]
Strassen	548	53
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	300	29
Öff. Parkgebiet	180	18





**Abbildung 3.32** Katasterplanausschnitt, Aubach, Abschnitt zwischen Einlauf und Kreuzung von Zanklstraße / Schippingerstraße

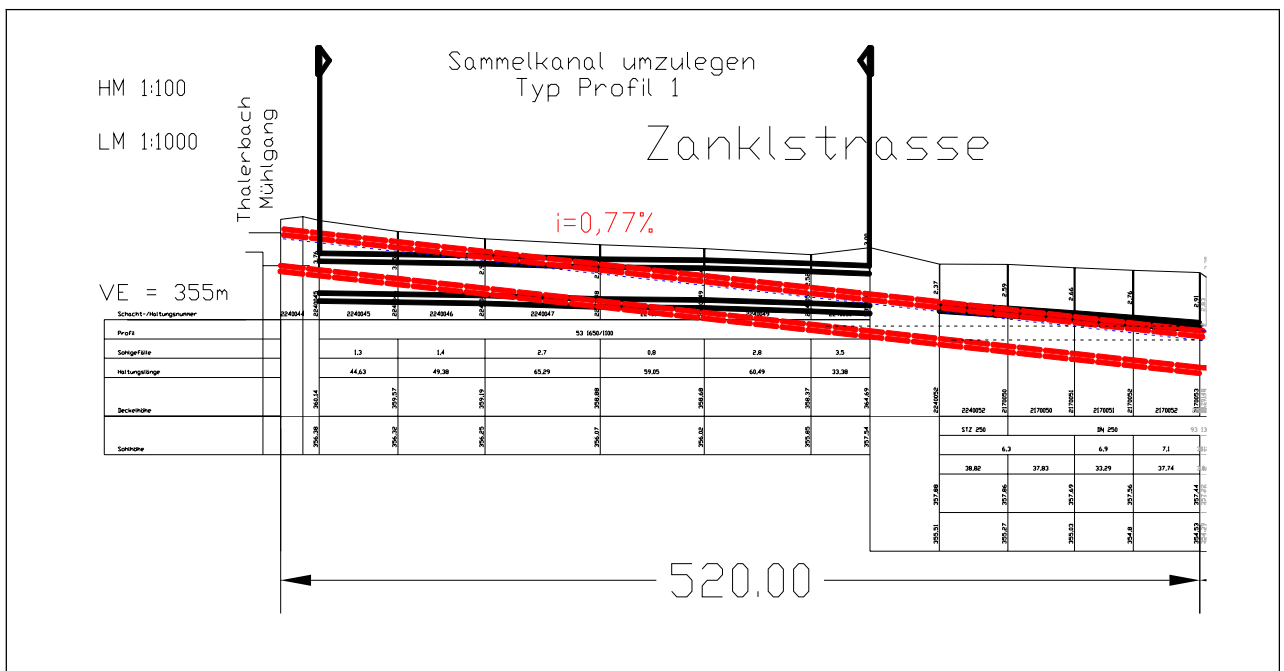
Die ursprüngliche Idee das ganze vorhandene Flussbett des Aubaches für das Entlastungsbauwerk zu nutzen, ist in der Praxis nicht realistisch, da der erste 200 m lange Abschnitt des Aubaches (siehe Abbildung 3.31 und Abbildung 3.32) keinen ausreichend großen Querschnitt hat und durch Privatgrundstücke verläuft (siehe Abbildung 3.33). Um den Querschnitt ausreichend zu vergrößern, sind zusätzliche Flächen zwischen den Gebäuden erforderlich, die gegebenenfalls abzulösen wären.





**Abbildung 3.33** Privatgrundstück mit Aubachgerinne

Es wird eine andere Lösung für dieses Problem vorgeschlagen: Die unter der Zanklstrasse verlaufende, verdolte Kanalkonstruktion soll weiter bis zu der Kreuzung mit der Schipingerstraße erweitert werden (siehe Abbildung 3.32). Dadurch wird ein ungünstiger Knick in der Entlastungsbauwerkachse vermieden. Die sich in diesem Abschnitt unter der Zanklstrasse befindenden Kanalrohre haben einen Durchmesser von 0,25 m, daher würden die Umbaukosten geringer sein im Vergleich zu denjenigen des Abschnittes nach dem Einlauf (siehe Abbildung 3.34 und Plan Nr.5 im Kapitel 7.)



**Abbildung 3.34** Längsschnitt Variante 4, Ausschnitt erster Teil

Da die gewählte Lösung für den ganzen Abschnitt des Entlastungsbauwerks unter der Zanklstrasse eine lineare unterirdische Konstruktion ist, kann die bisherige, quer unter der Strasse verlaufende Wasserentnahme vom Aubach nicht erhalten bleiben (siehe Abbildung 3.32 und Abbildung 3.35). Daher wird der erste Aubachabschnitt zugeschüttet.



**Abbildung 3.35** Wasserentnahme für den Aubach

Zwischen hm 5,0 (Kreuzung Schippingerstraße/Zanklstraße) und hm 0,0 wird das jetzt vorhandene Gerinne verbreitert und vertieft (siehe Abbildung 3.39).

Zwischen hm 5,0 (Kreuzung Schippingerstraße/Zanklstraße) und hm 3,3 (Augassebrücke) wird die Profilerweiterung auf der orographisch rechten Seite ausgeführt. Die sich dort befindenden Grundstücke sind als Grünflächen im Flächenwidmungsplan vorgesehen und sind nicht bebaut (siehe Abbildung 3.32). Das betrifft auch die Flächen auf der linken Seite zwischen hm 3,3 (Augassebrücke) und hm 1,2 (Josef-Ornig-Strasse-Brücke), daher wird die Erweiterung an dieser Seite ausgeführt.

Im restlichen Aubachlauf, der mit dem Kalvarienberg grenzt, wird die Querschnittsvergrößerung auf der orographisch linken Seite ausgeführt, wo sich nur grüne Flächen befinden (siehe Abbildung 3.31).

Der engste Querschnitt nach der Augassebrücke befindet sich zwischen einem Gebäude und der Ecke eines Sportplatzes und ist für die notwendige Erweiterung ausreichend (siehe Abbildung 3.36).



**Abbildung 3.36** Engster Querschnitt im Aubachlauf nach der Augassebrücke

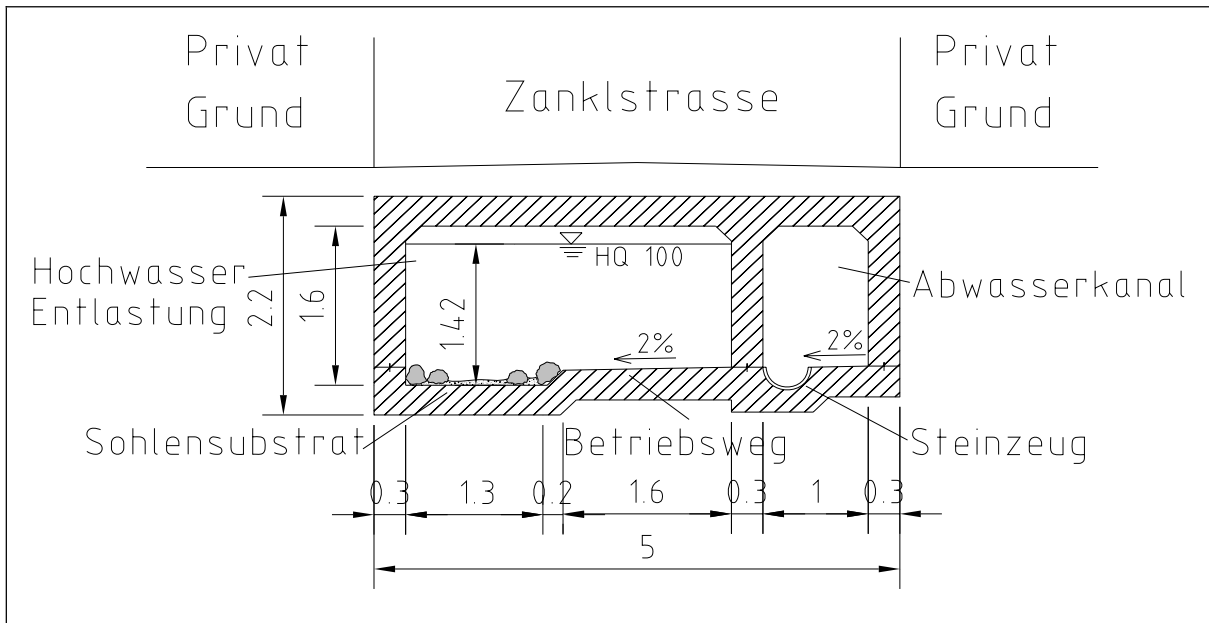
### 3.4.3 Einlaufbauwerk

Das Einlaufbauwerk des Variante 4 muss den selben Anforderungen wie in Variante 1 entsprechen; mit einem Fischpass, einem Streichwehr und einer Öffnung mit Hubschütz mit automatischem Antrieb. Deswegen wird für diese Variante die Konstruktion des Einlaufbauwerks von Variante 1 übernommen (siehe Abbildung 3.6 und 3.7 im Kapitel 3.1.3, und Plan Nr. 6 im Kapitel 7).

### 3.4.4 Entlastungskanalbauwerk und – gerinne

Der erste 520 m lange Abschnitt der Hochwasserentlastung ( siehe Abbildung 3.34) ist auf einer Länge von 460 m in einer Kanalkonstruktion gemeinsam mit dem Abwasserkanal inkorporiert ( siehe Abbildung 3.37). In den restlichen 60 m verläuft nur die Hochwasserentlastung mit gegebenem Profil.

Der Boden der Konstruktion ist aus wasserdichten Beton ausgeführt. In den Betonboden ist ein Gerinne geplant, in dem Sohlensubstrat eingebracht wird, um dadurch ein naturnahes Flussbett nachzubauen. Es wird angenommen, dass die Dunkelheit kein Hindernis für die Organismendurchgängigkeit darstellt.



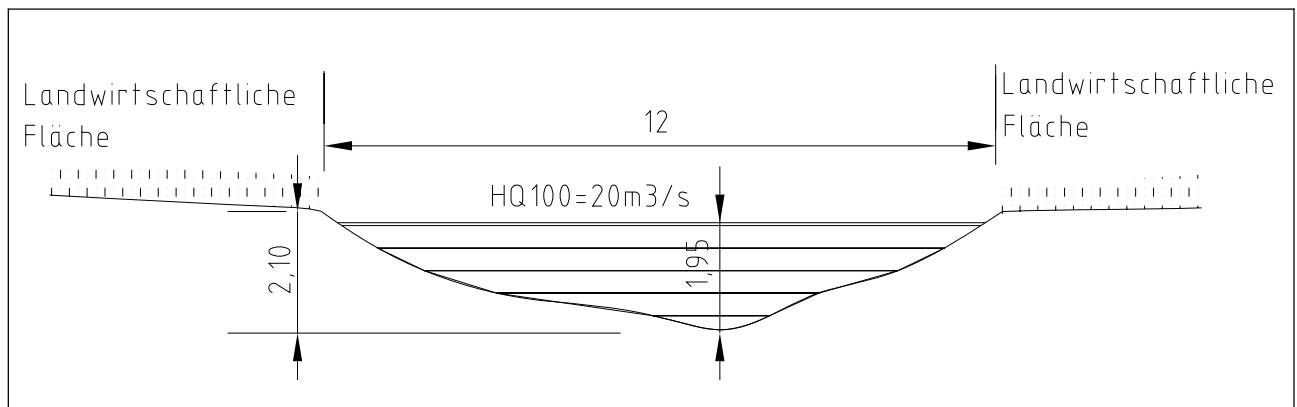
**Abbildung 3.37** Variante 4 Typ Profil 1, Abschnitt zwischen Einlauf und Kreuzung von Zanklstraße und Schippingerstraße

Die vorgeschlagene Konstruktion weist einen ungenügenden Freibord auf (siehe Abbildung 3.38), bei einer Auswahl dieser Variante muss eine neue Lösung mit erhöhter Durchflusskapazität für die Kanalstrecke gefunden werden.



**Abbildung 3.38** Variante 4 Typ Profil 1, Schlüsselkurve

Das Sohlgefälle im ersten Abschnitt beträgt 0,77% (siehe Abbildung 3.34 und Plan Nr.5 im Kapitel 7.) und im zweiten 0,5%. Das ermöglicht die durchgehende Fischpassierbarkeit ohne zusätzliche Fischaufstiegshilfen wie bei Variante 1.



**Abbildung 3.39** Variante 4 Typ Profil 2, Abschnitt zwischen Kreuzung von Zanklstraße und Schippingerstraße und Einmündung in die Mur

Für den zweiten 505 m langen Abschnitt wird der gleiche Querschnitt wie bei Typ Profil 2 von der Variante 1 benutzt (siehe Abbildung 3.39). Dies deshalb, weil die beiden Gerinneabschnitte demselben Kriterium für naturnahe Gestaltung entsprechen müssen und beide mit einer Sohlenneigung von 0,5% vorgesehen sind.

Die drei bestehenden Brücken über Aubach werden mit einer Durchlaufkapazitätserhöhung umgebaut.

Die Profiltiefe ist auf 2 Strecken mit gesamtter Länge von 80 m ungenügend, um einen Freibord von 0,5 m über den Wasserstand bei einem Hochwasser zu gewährleisten. Falls diese Variante ausgewählt wird, werden entsprechende Maßnahmen zu treffen sein.

Bei dieser Variante baut sich die größte Ruckstaulänge auf. Sie reicht bei einem  $HQ_{30}$  645 m und bei  $HQ_{100}$  717 m. In dem  $HQ_{30}$ -Fall wird die bis in dem Kanalbauwerk reichen und in dem  $HQ_{100}$ -Fall wird es stauen.

Für zusätzliche Veranschaulichung sind im Anhang 8.3.4 Bilder von der Trasse der Variante 4 zu sehen.

### 3.4.5 Ökologische- und Naherholungsfunktion

Mit dieser Variante wird die Migration von der Mur in den Aubach, den Mühlgang und den Thalerbach ermöglicht. Dank der langen Trasse und des geringen Sohlgefälles ist die durchgehende Fischpassierbarkeit auch ohne zusätzliche Maßnahmen gesichert.

Schon bei der Auswahl von Rahmenbedingungen für die Variante 4 wurde die Idee für eine Aufwertung des Aubaches als Fluss und als Gestaltungselement berücksichtigt.

Die Naherholungsfunktion ergibt sich durch die grüne Verbindung zwischen einer Kleingartenanlage, einem Spielplatz, einer Sportanlage und dem Park des Kalvarienberges (siehe Abbildung 3.31). Das alles sind Elemente des Grünen Netzes Graz. [STADTBAUDIREKTION Graz 2006]

Von allen in dieser Variantenstudie vorgeschlagenen Entwürfen, ist die Variante 4 diejenige, die am leichtesten in den im „Grünes Netz Graz“ vorgeschlagenen Grünzügen eingebaut werden kann. Der im Programm beschriebene Grünzug Gösting verläuft entlang des Thalerbachs und durch den Mühlgang, die Zanklstrasse und den Aubach, und ist mit dem Grünkorridor Mur verbunden (siehe Abbildung 3.11 im Kapitel 3.1.5).

Es besteht die Möglichkeit in dem neuen Aubachgerinne einem Radweg einzuplanen, der im Einklang mit den Zielen und Grundsätzen des Sachprogramms „Grazer Bäche“, als auch „Grünes Netz Graz“ sein würde. Diese Möglichkeit ist in dieser Variantenstudie nicht weiter erforscht.

## 3.5 Vergleich der vorgeschlagenen Varianten

Der Variantenvergleich wird in Tabelle 3.2 dargestellt, es sind folgenden Aspekte berücksichtigt:

Trasse

Flächeninanspruchnahme

Eigentumsverhältnisse des Ufers

Uferzugänglichkeit

Naherholungsfunktion



Konfliktsituation Abwasserkanal

Rückstau bei Murhochwasser

Organismendurchgängigkeit

Feststoffdurchgängigkeit

Sonstige bautechnische Probleme

Zur Trasse – eine kürzere Trasse ist Voraussetzung für niedrigere Baukosten und kleinere Beeinträchtigungen des Stadtgebiets.

Zur Flächeninanspruchnahme – Bedarf an weniger nichtöffentlichen Flächen ist eine Hauptvoraussetzung.

Zur Uferzugänglichkeit – in Anlehnung an KAISER et al. (2004) wurde die Uferzugänglichkeit direkt als physische Zugänglichkeit zum Wasser getrennt für jedes Ufer erfasst. Bewertet werden die Uferlängen die den einzelnen Kategorien zugeordnet werden. Befinden sich an den gegenüberliegenden Ufern unterschiedliche Kategorien, so zählt jeweils nur die bessere (siehe Abbildungen 3.40 und 3.41).

Es werden fünf verschiedene Kategorien ausgewiesen:

1. Verdolte und überbaute Gewässerabschnitte (grau) : Das Gewässer ist unter einer Konstruktion verlegt.
2. Unzugänglich (rot) : Profiltiefe >1,5 m; sehr steile Uferböschung; hohe Stützmauer; am Ufer liegende Gebäude.
3. Schwer zugänglich (orange) : Profiltiefe <1,5 m; dichte Ufervegetation; kleine Stützmauern; steile Böschungen.
4. Eingeschränkt zugänglich (gelb) : Uferböschung ist relativ flach; keine direkten Hindernisse; keine Stützmauern.
5. Direkt zugänglich (blau): Kontakt mit dem Wasser ist direkt möglich; flache Ufer; bequemer Zugang.

Zu den Eigentumsverhältnissen des Ufers – da die Uferzugänglichkeit sich nur auf die Möglichkeit von einem Kontakt mit dem Wasser bezieht und nicht auf die Eigentumsverhältnisse des Ufers, werden bei diesem Kriterium die metergenauen Längen von den nicht öffentlichen oder öffentlichen (grün) Flächen summiert.

Zur Konfliktsituation Abwasserkanal – gezählt werden die Übereinstimmungsabschnitte und die Überschneidungen der Abwasserkanalstrasse und der Leitungstrasse.

Zur Organismendurchgängigkeit – das ist eine Anforderung für die fließenden Gewässer laut der EU-WRRL und wird im Sachprogramm Grazer Bäche inbegriffen.

Zum Rückstau bei Murhochwasser – die Wahrscheinlichkeit des Zusammenfallens eines Hochwassers in der Mur und im Thalerbach wird allein durch die extremen Unterschiede der Einzugsgebiete als sehr gering erachtet. Wesentlich scheint jedoch die Länge des Rückstaus bei Murhochwasser ( $HQ_{100}=1212,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ), weil dadurch eine Anhebung des Grundwasserspiegels in den neuen Uferbereich, sowie die Ablagerungen von Schwebstoffen und Geschwemmsel erfolgt, was zusätzliche Räumungsarbeiten erfordert. Andererseits können sich durch die temporäre Rückstausituation zur Schneeschmelze ökologisch attraktive Habitatszustände ergeben. Das kann allerdings nur durch ein späteres Monitoring geklärt werden, um entsprechende „Nachjustierungen“ des Projektes zu treffen. In die Variantenbeurteilung kann daher dieser Aspekt nicht einfließen.

Zur Feststoffdurchgängigkeit – Aufgrund der neugeplanten Rückhaltebecken im oberen Lauf und Maßnahmen längs des Thalerbachs (siehe Kapitel 2.2) wird angenommen, dass keine wesentliche Feststoffzufuhr bis in das Entlastungsgerinne gelangen wird. Dennoch ist es bei drei von den vier vorgeschlagenen Varianten, aufgrund der Gestaltung der Einlaufbauwerke möglich, Feststoffe durchzutransportieren und daher wurde die Feststoffdurchgängigkeit ebenso als Beurteilungskriterium verwendet.

Zu sonstigen bautechnischen Problemen – für jede Variante gibt es spezifische Problematiken die sich sehr schwer vergleichen lassen. Bei diesem Kriterium sind die schwierigsten Probleme, die bei der Ausführung auftreten würden, dargestellt.

Die vier Varianten wurden in zwei Hauptrichtungen entwickelt und alle vier zu vergleichen ist schwierig. Varianten 1 und 4 beinhalten ökologische Maßnahmen die in den anderen Lösungen nicht zu treffend sind. Der bautechnische Aufwand ist bei den anderen Varianten geringer.

No		Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4	
		[lfm]	[%]	[lfm]	[%]	[lfm]	[%]	[lfm]	[%]
1	<b>Trasse</b> Länge Verdolte Strecke Naturnahe Strecke Trassenknicke	610 m keine 610 m 0		520 m 520 m keine 0		605 m 605 m keine 7		1025 m 520 m 505 m 3	
2	<b>Flächenanspruchname (siehe Skizzen)</b> Wohngebiet (für Variante 4 Landwirtschaftlich genutzte Fläche) Strassen Gewerbegebiet Öff. Parkgebiet	[lfm] 211 80 281 37	[%] 35 13 46 6	[lfm] 5 125 359 33	[%] 1 24 69 6	[lfm] 47 30 492 36	[%] 8 5 81 6	[lfm] 300 548 - 180	[%] 29 53 - 18
3	<b>Eigentumsverhältnisse des Ufers (siehe Skizzen)</b> Nicht öffentlicher Raum (lila) Öffentlicher Raum (grün)	[lfm] 431 186		- -		- -		[lfm] 349 130	
4	<b>Uferzugänglichkeit (siehe Skizzen)</b> Verdolte und überbaute Gewässerabschnitte (grau) Unzugänglich (rot) Schwer zugänglich (orange) Eingeschränkt zugänglich (gelb) Direkt zugänglich (blau)	[lfm] 39 59 208 305 -		keine - - - -		keine - - - -		[lfm] 570 - 3 346 110	
5	<b>Naherholungsfunktion</b>	Möglichkeit zur Legung von Radwege		keine		keine		*Verbindung mit dem Park von Kalvarienberg und andere Elemente des grünen Netzes *Möglichkeit zur Erstellen von Radwegen	
6	<b>Konfliktsituation Abwasserkanal</b>	Punktuell 2 Stellen		Punktuell 1 Stelle		Punktuell 3 Stellen		*lineare Zusammenfallen auf einer Länge von 460 m *Punktuell 1 Stelle	
7	<b>Rückstau bei Murhochwasser</b>	244 m		167 m		519 m		717 m	
8	<b>Organismendurchgängigkeit</b>	vorhanden * Fischpass im Einlaufbauwerk * Einmündung - passierbare Steinschüttsohlrampe		nicht vorhanden		nicht vorhanden		vorhanden, mit einen 520 m langen dunkeltem Abschnitt	
10	<b>Feststoffdurchgängigkeit</b>	möglich		möglich		nicht möglich		Ungehindert Fischdurchgängig möglich	
11	<b>Sonstige bautechnische Probleme</b>	*Große Massenbewegung durch Erdarbeiten *Nicht genügend Freibord auf eine Länge von 342 m *Verlieren der Strassenschließung von einem landwirtschaftlich genutzten Grundstück		*Die Trasse verläuft in beachtlicher Nähe zu hohen Gebäuden *Setzungsempfindlichkeit - Ribbenstehungsgefahr		*Umbau des Sammelkanals unter Zanklstrasse auf eine Länge von 460 m *Setzungsempfindlichkeit - Ribbenstehungsgefahr Neubau der 3 Aubachbrücken		500 m von Zanklstrasse	
	Bedarf an neuen Brücken Verkehrsunterbrechung	6 4 Kreuzungsstellen		- 500 m von Exerzierplatzstrasse		3 Kreuzungsstellen			

Tabelle 3.2 Varianten Gegenüberstellung



**Abbildung 3.40** Beurteilung der Eigentumsverhältnisse des Ufers und der Uferzugänglichkeit der Variante 1.



**Abbildung 3.41** Beurteilung der Eigentumsverhältnisse des Ufers und der Uferzugänglichkeit der Variante 1

### 3.5.1 Variante 1

Im Vergleich zu den anderen Varianten hat diese die zweitkürzeste Länge und die Trasse hat keine spitzen Knicke die ungünstige Abflussverhältnisse verursachen können.

Es gibt zwei Schnittstellen mit der Kanalinfrastruktur, für welche kein Kanalumbau notwendig sein wird.

Im Vergleich zu den anderen Varianten ist der Bedarf an nichtöffentlichen Flächen hoch und die Aushubarbeiten sind die Größten.

Es werden sechs neue Brücken gebraucht und einige Grundstücke werden Änderungen in deren Zufahrt bekommen. Ein landwirtschaftlich benutztes Grundstück wird seine direkte Strassenerschließung verlieren, das würde die Möglichkeiten für eine andere Nutzung erschweren.

Die ökologischen Parameter haben bei dieser Variante den höchsten Erfüllungsgrad, was in der Natur dieser Variante liegt.

Bei einem hundertjährlichen Hochwasser der Mur kommt es zu einer vergleichbar geringeren Rückstau.

Diese Variante wurde für die weitere Vertiefung des Entwurfes gewählt.

### 3.5.2 Variante 2

Diese Variante hat die kürzeste Trasse und für das Bauwerk werden vornehmlich Gewerbeflächen in der unmittelbaren Nähe der Exerzierplatzstrasse benutzt. Das würde zu starker Verkehrsbehinderung während der Bauzeit führen. Für einen Teil des Wohnviertels ist die Exerzierplatzstrasse der einzige Zugang und Verbindung mit dem Straßensystem.

Es gibt eine Kreuzungstelle mit dem Kanalisationssystem, wodurch ein Umbau des vorhandenen Sammelkanals im Kreuzungsabschnitt notwendig sein wird.

Diese Variante hat die kürzeste Rückstaulänge bei einem Murhochwasser, seine Auslauföffnung wird auch bei einem hundertjährlichen Ereignis nicht überstaut.

Vergleicht man nur die beiden Verdolungsvarianten so ist die Variante 2 aufgrund der kürzeren Trassenlänge zu bevorzugen.



Diese Variante entspricht nicht den Zielen und Grundsätzen des Sachprogrammes Grazer Bäche und muss daher ausgeschieden werden.

### 3.5.3 Variante 3

Die Trasse ist mit 85 m länger als Variante 2 und zu dem verläuft sie in beachtlicher Nähe zu hohen Gebäuden, was massivere Baugrubensicherung erfordert und somit die Konstruktionsmaßnahmen verteuert.

Aus den beengten Verhältnissen (Grundeigentum und querender Abwasserkanal) im Bereich des Einlaufbauwerkes wurde eine unübliche Konstruktion erforderlich. Der bestehende Abwasserkanal unter der Zanklstrasse kann zwar beibehalten werden, es sind aber schwierige hydraulische Fließzustände beim Einlauf zu bewältigen. Diese wären anhand eines physikalischen Modells zu untersuchen, was mit einer Projektskostenerhöhung verbunden ist.

Es gibt noch zwei Kreuzungspunkte mit dem Abwasseranal, bei welchen Dükerungen des Kanalrohres notwendig werden.

Aufgrund den in der Bauwerkachse vorhandenen sieben extremen Krümmungen ist eine Wellenbildung zu erwarten. Im Vergleich mit dem fast geradlinigen Trassenverlauf der Variante 2 ist dies ungünstiger.

Die Auslauföffnung wird bei einem Murhochwasser komplett eingestaut sein.

Die Variante bringt keine Verbesserung für den Feststofftransport.

Diese Variante wurde aufgrund der längeren, hydraulisch komplizierteren Trasse und wegen der Nichterfüllung der Ziele und Grundsätze der Sachprogramm Grazer Bäche ausgeschieden.

### 3.5.4 Variante 4

Diese Variante hat die längste Trasse. Der erste Teil, die verdolte Kanalstrecke, hat die gleiche Länge wie Variante 2 und der zweite Teil, das naturnahe Gerinne, hat fast die gleiche Länge wie Variante 1. Das führt zu einem vergleichsweise höheren Aufwand. Die drei vorhandenen extremen Krümmungen in der Trasse werden zu einer Stosswellenbildung

führen. Die letzte befindet sich am Auslauf der verdolten Strecke und erfordert eine verstärkte Gerinnenbefestigung.

Diese Variante erfordert den Umbau des Abwassersammlers zwischen dem Einlaufbauwerk und der Kreuzung Zanklstrasse / Schippingerstraße auf einer Länge von 460 m, was auch eine beträchtliche Zufahrtsbehinderung mit sich bringt. Der Abwasserkanal unter der Augasse erfordert eine Dückeringung.

Die drei bestehenden Aubachbrücken müssen neu gebaut werden, da deren Durchflussquerschnitt zu klein ist.

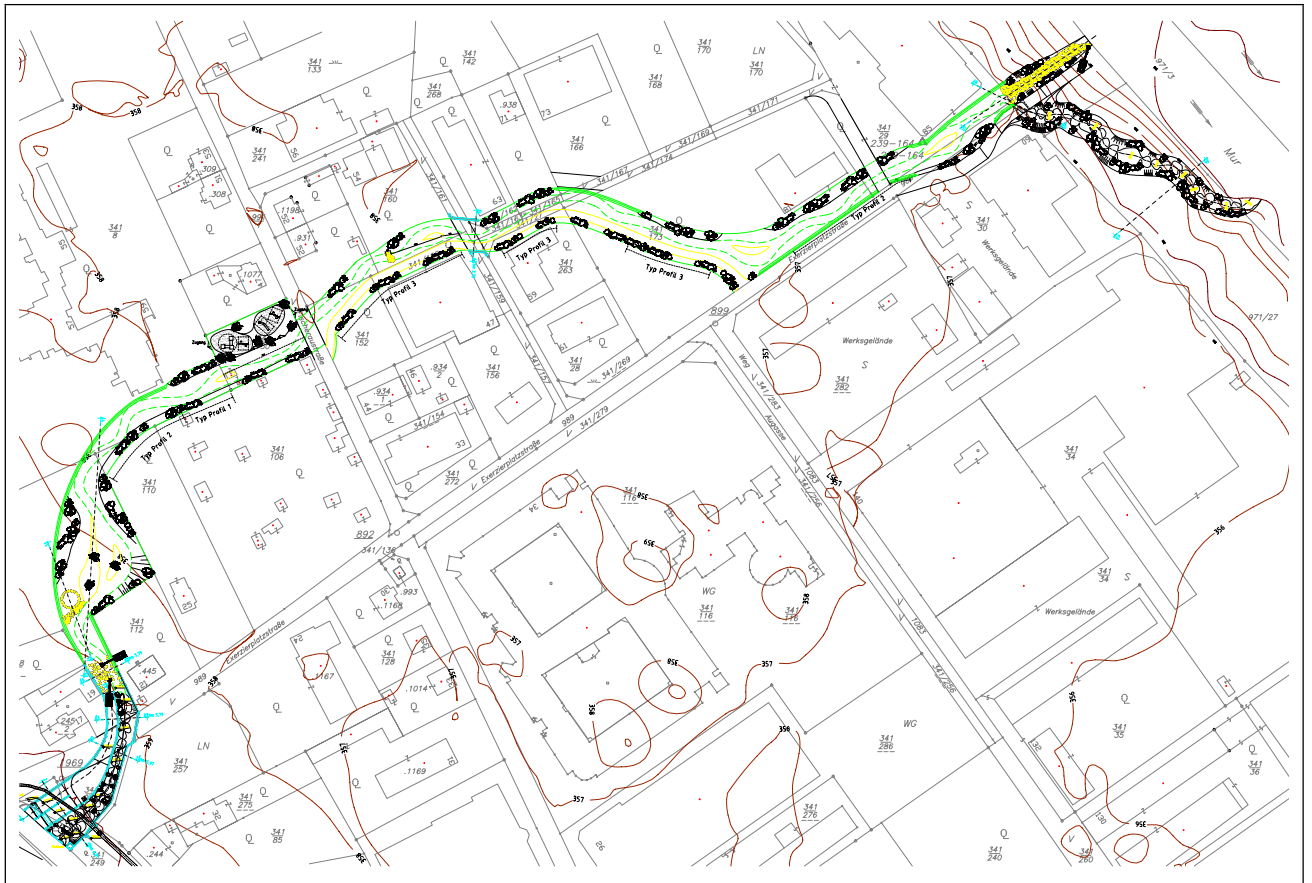
Wegen drei Mischwasserentlastungen, die in den Aubach einmünden, erhöht sich der Durchfluss im Hochwasserfall um 43% (siehe Abbildung 3.29). Das zieht weitere Hochwasserschutzmassnahmen für die angrenzenden Liegenschaften nach sich.

Bei dieser Variante ergibt sich der längste Rückstau bei einem Murhochwasser. Das hundertjährige Hochwasserereignis setzt den Kanalauslauf komplett unter Wasser (siehe Murhochwasserlinie in Abbildung 3.34 und Plan Nr.5 im Kapitel 7). Das würde zu einer wesentlichen Grundwasserspiegelerhöhung im angrenzenden Bereich führen. Außerdem würde es zu einer Schwebstoff- und Geschwemmselablagerung auf wesentlich größerer Fläche als bei Variante 1 kommen.

Wegen der längeren Trasse, den höheren Baukosten, mehreren Konfliktstellen mit dem Kanalisationsnetz ist die Variante 4 schlechter als die Variante 2 zu beurteilen. Die schlechten ökologischen Verhältnisse im großen Teil des Laufes (Verdolung) bedingen eine negativere Beurteilung als Variante 1. Die gesamten Kosten für die Variante 4 werden vergleichsweise höher als die Kosten für Variante 1 oder für Variante 2 zu veranschlagen sein.

Diese Variante wurde aufgrund der längeren Trasse und umfangreicheren Bauarbeiten ausgeschlossen.

## 4 Entlastungsgerinne Thalerbach



**Abbildung 4.1** : Endgültiger Vorschlag für Entlastungsgerinne Thalerbach

In der am Anfang dieser Arbeit durchgeführten Studie zur Hochwasserentlastung des Thalerbaches wurde aus allen betrachteten Varianten die Variante 1 gewählt. In diesem Kapitel wird eine Vertiefung und Entwicklung dieser Lösung durchgeführt. Das Ziel ist es die Grundsätze des Sachprogrammes Grazer Bäche und Grünes Netz Graz weiter im Entwurf einzubauen. Es soll eine Verbesserung der in der Tabelle 3.2 gezeigten Parameter erzielt werden.

## 4.1 Bauwerke und geplante Objekte

Es werden sowohl die vorgenommenen Änderungen der ursprünglichen Variante 1 als auch Lösungen für die entstehenden Probleme vorgestellt. Für einige Bereiche des Entlastungsgerinnes werden mehrere Lösungen in Betracht gezogen und die optimale gewählt.

### 4.1.1 Einlaufbauwerk

Stationierung: hm 5,56 bis hm 6,15

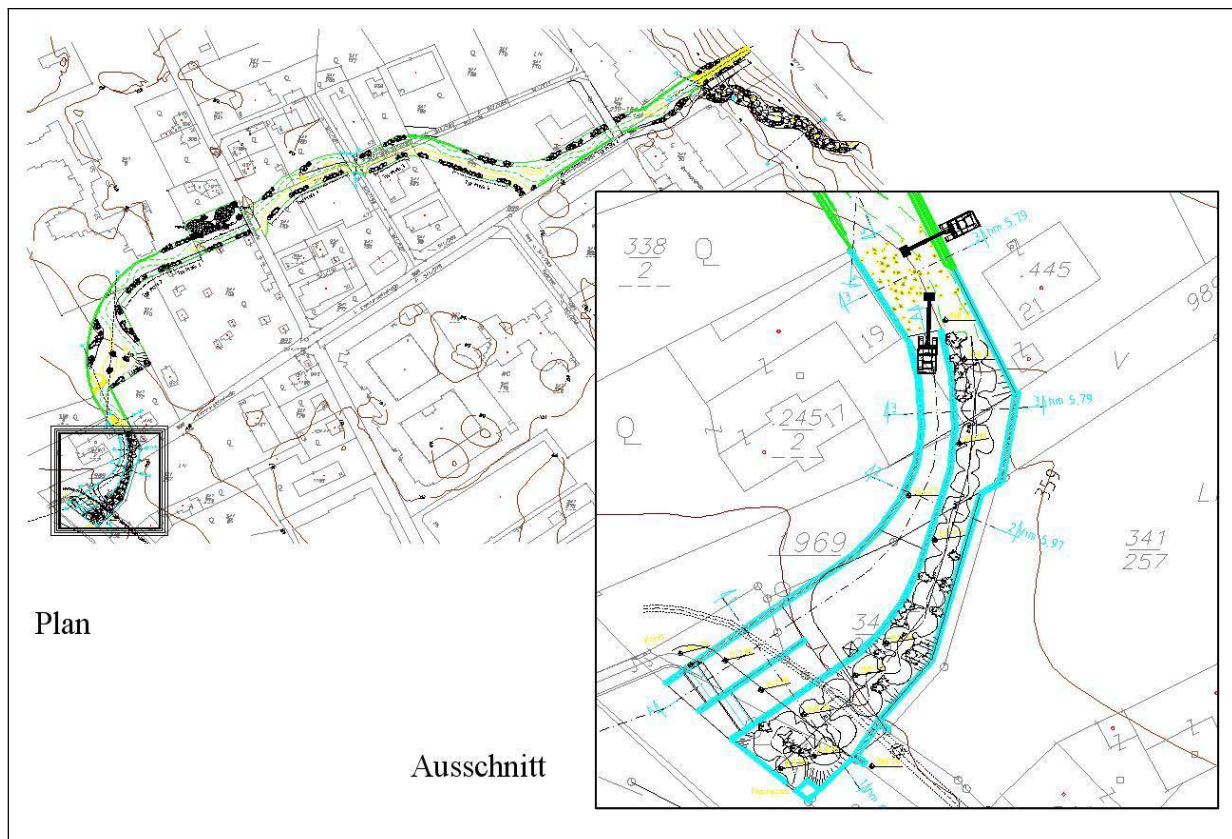
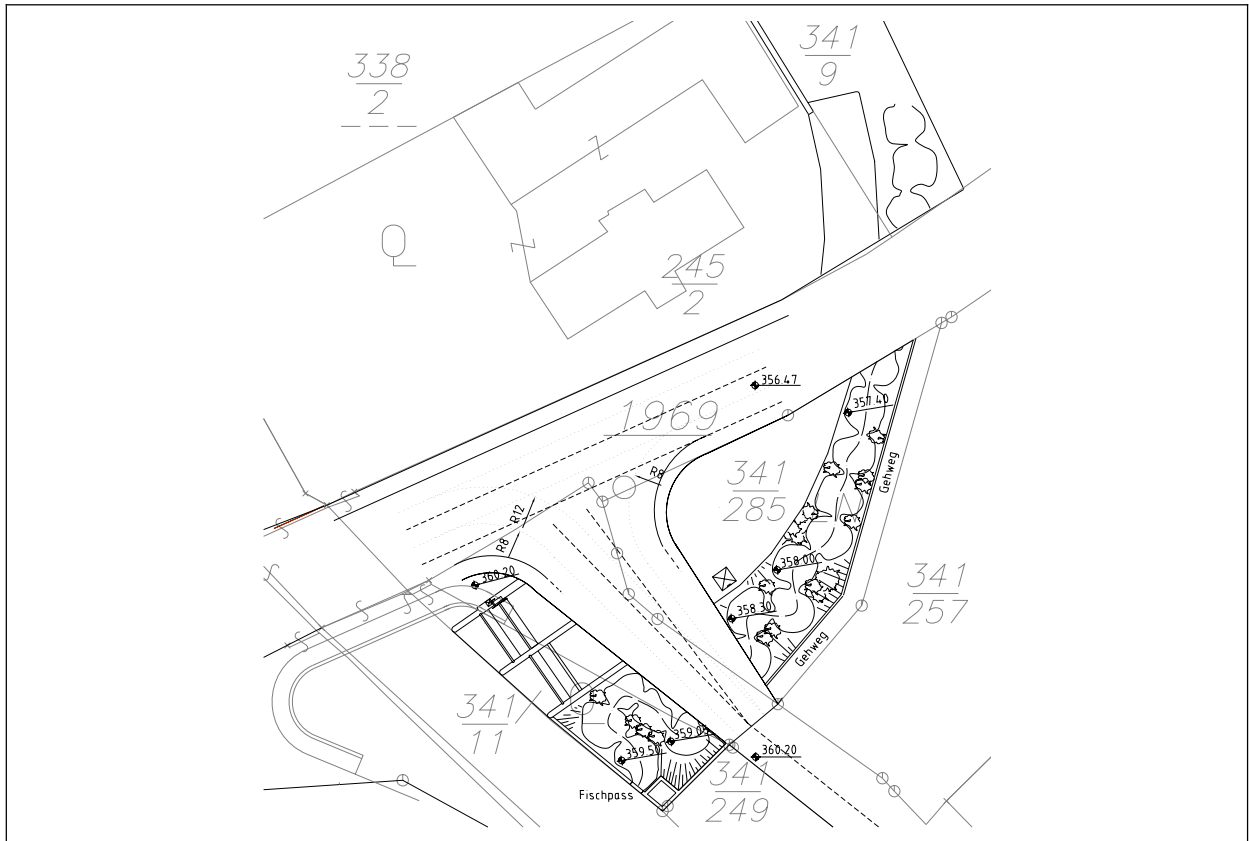


Abbildung 4.2 Einlaufbauwerk

Das Einlaufbauwerk der Variante 1 wurde mit den Zielen einer Optimierung weiterentwickelt. Im neuen Einlaufbereich wird die Hochwassersicherheit erhöht sowie die ökologische Funktion und die Naherholungsfunktion werden verbessert.

#### 4.1.1.1 Flächeninanspruchnahme



**Abbildung 4.3** Einlaufbauwerk Draufsicht

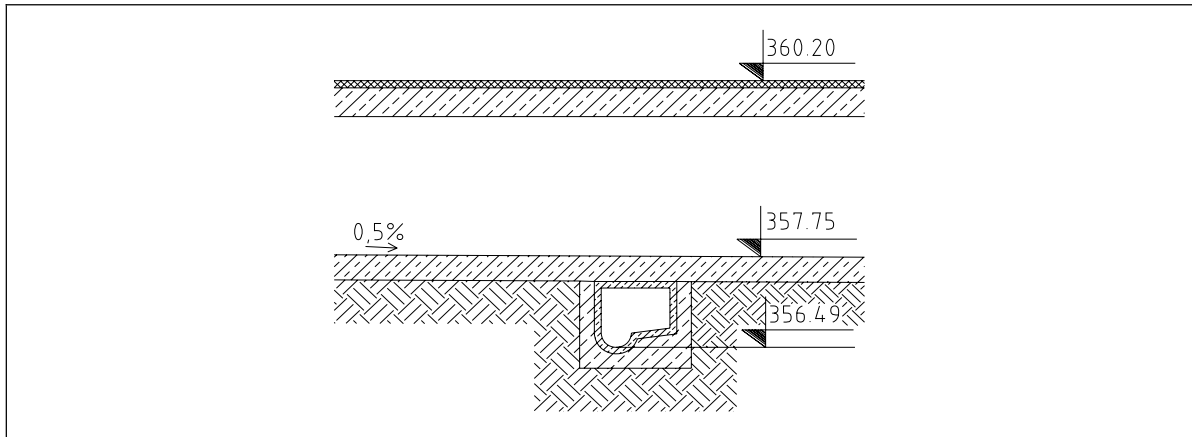
Das Einlaufbauwerk befindet sich auf den selben Flächen (auf den Grundstücken Nr. 341/11 und 341/285) wie das Einlaufbauwerk der Variante 1. Der Unterschied ist, dass die Konstruktion auch auf einem Teil des Grundstücks Nr. 245/2 erweitert wird. Der Teil des Bauwerks, der auf diesen Grundstück liegt, wird abgedeckt. Deswegen wird das ganze Grundstück in seiner vollen Flächen wieder verwendet werden können (siehe Abbildung 4.3).

Auf dem Nachbargrundstück mit der Nummer 341/249 befindet sich ein Trafo. Es werden keine Flächen werden von diesem als Baugrund beansprucht, deswegen wird die Grunddienstbarkeit als unbeeinträchtigt angenommen.

#### 4.1.1.2 Umbau des Sammelkanales und Schachtes

Unter der Zanklstrasse läuft ein Abwasserkanal mit den inneren Ausmaßen von 165/110 cm. Der oberste Teil des Kanalprofils überschneidet sich mit der Fundamentplatte des künftigen Einlaufbauwerks überschneiden, deswegen ist ein Umbau des Kanals notwendig.

In einen 26 m langen Abschnitt wird das Kanalprofil durch ein Profil mit der selben Fläche und kleinerer Höhe ersetzt, welches in der Einlaufkonstruktion eingebunden werden soll. (siehe Abbildung 4.4).



**Abbildung 4.4** Kanalrohrumbau

Außer diesem Umbau ist die Versetzung eines Kanalschachts notwendig. Dieser würde sich in der Mitte des Einlaufbauwerks befinden und daher soll er in die Zanklstrasse um 4 m verschoben werden.

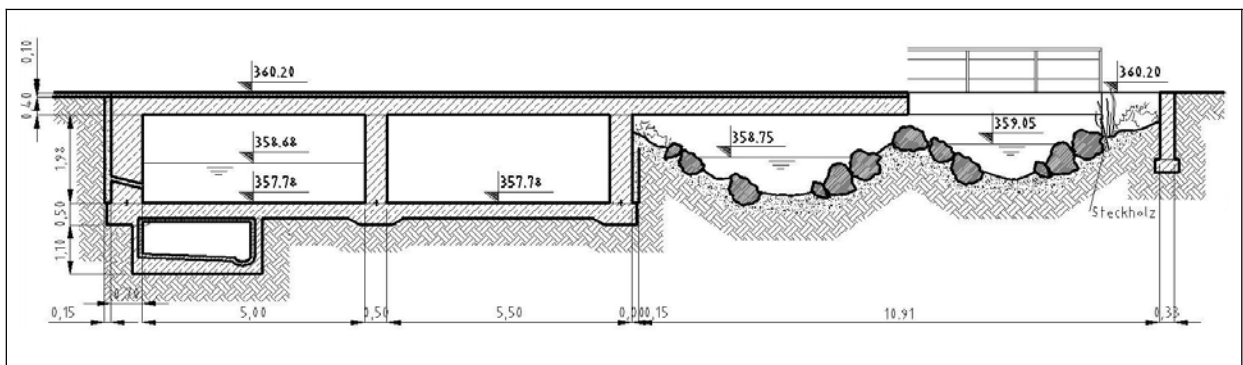
#### 4.1.1.3 Konstruktion

Das Einlaufbauwerk der ursprünglichen Variante 1 wurde ebenfalls geändert und Aufgrund des Platzmangels wurde auf den Streichwehr verzichtet. Die Möglichkeit steuerungsfrei den Wasserstand im Mühlgang zu regulieren wird durch eine Wehrklappe mit Gegengewicht erreicht.

Die Hochwasserentlastung hat zwei Einlauffelder mit einer Breite von je 5 m. Es ist vorgesehen, dass jedes alleine das Bemessungshochwasser  $HQ_{100}=20\text{m}^3/\text{s}$  abführen kann. Das erste Feld ist mit einer gewichtsgesteuerten Wehrklappe, wie in Abbildung 4.6 gezeigt, ausgestattet. Das zweite ist als eine zusätzliche Reserve im Versagensfall des Verschlussorgans vorgesehen.

Das Reservefeld ist mit einem Hubschutz ausgestattet. Dieses wird automatisch betrieben und zusammen mit den Steuerungsorganen des Rückhaltebeckens Thalersee und am Mühlgangeinlauf bei Weinzöttl gesteuert.





**Abbildung 4.5** Einlaufbauwerk - Schnitt

Die beiden Felder haben ein Sohlgefälle von 0,5%. Sie leiten das Wasser in eine Kammer mit einem Sohlgefälle von 6,7% und veränderlicher Breite von 10,50 m bis 5,85 m. Nach der Kammer folgt der verdolte Kanal mit Rechteckquerschnitt und einem Sohlgefälle von 0,5% (siehe Abbildung 4.7 und Pläne mit den Nummern 14, 15, 27 und 28 im Kapitel 7.).

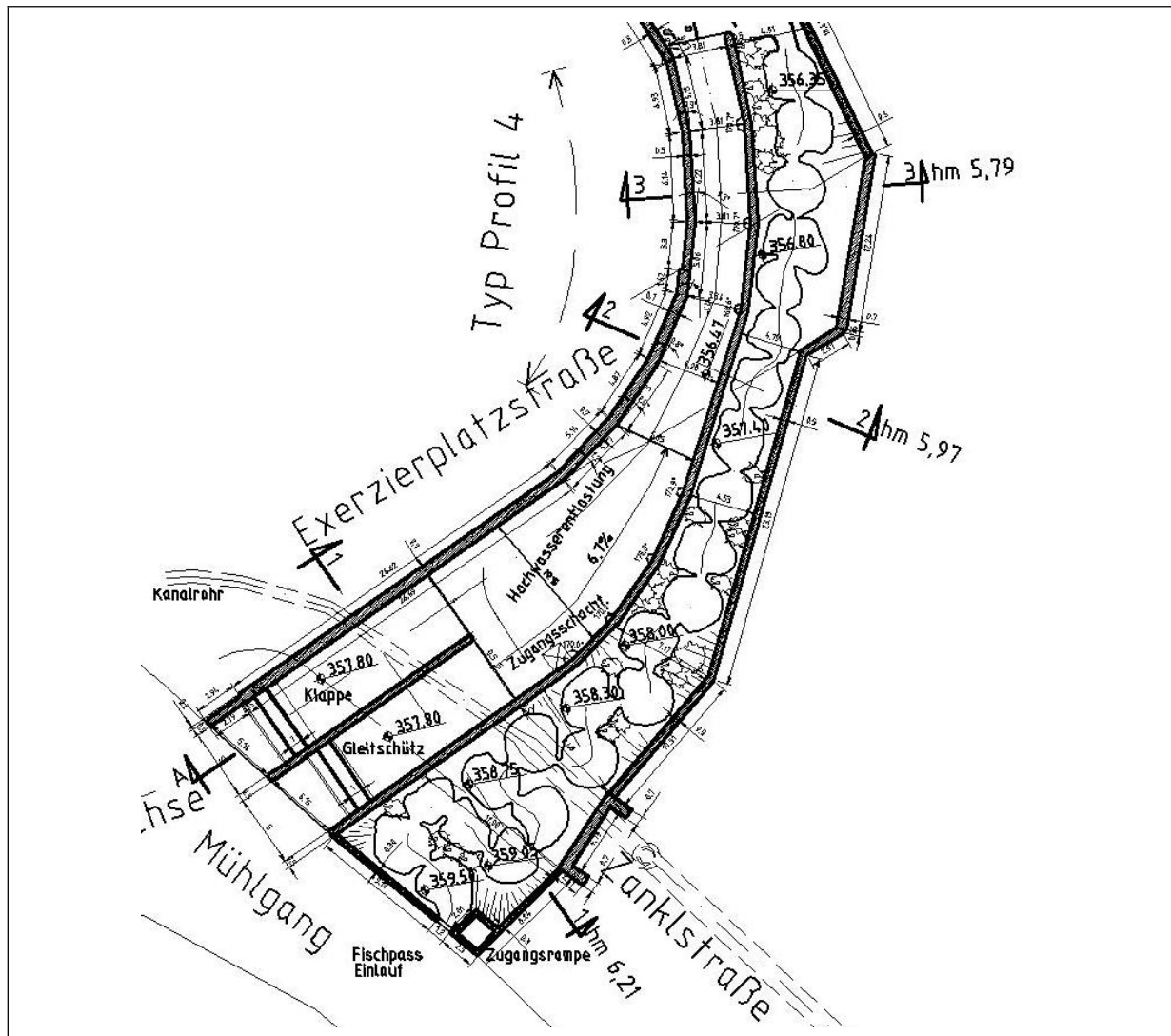


**Abbildung 4.6** Beispiel für Wehrklappe als Gegengewichtsanlage [KW Trattlerhof, bei Bad Kleinkirchheim, Kärnten; RADHUBER CONSULTING 2005]

Die ganze Konstruktion soll in Stahlbeton ausgeführt werden, wobei die Bodenfuge mit einer Gummidichtung abzudichten ist. Die linke Außenwand, in Flußrichtung gegeben ist voll im Boden eingebunden und dient als Stützwand gegen die von der Strasse und dem Gebäude kommenden Lasten (siehe Abbildung 4.5). Sie hat eine Stärke von 0,70 m.

Es ist eine 0,15 m starke Drainageschicht mit Drainageöffnungen und Rückschlagklappen vorgesehen. Die Außenwände entlang des Fischpasses unter den beiden Brückenkonstruk-

tionen dienen als Zwischenaufleger und sind mit einer Stärke von 0,50 m dimensioniert. Die Fundamentplatte der Konstruktion hat unter den Feldern eine Stärke von 0,15 m und unter den Wänden 0,50 m.



**Abbildung 4.7** Einlaufbauwerk - Grundriss

Die Abdeckungskonstruktion des Einlaufbauwerks besteht aus zwei Brücken und zwei Deckplatten. Die Kreuzung von der Exerzierplatzstraße und der Zanklstraße wird neu gestaltet, das erfordert eine Veränderung der Breite der Zanklstraßenbrücke von 5,5 m auf 12,0 m (siehe Abbildung 4.3). Die Brücke 1 Exerzierplatzstraße ist mit einer konstanten Breite von 10,0 m vorgesehen. Für die Brücken wurde eine Stärke der Oberbaukonstruktion von 0,50 m angenommen.

Zwischen den beiden Brücken wird eine Stahlbetonplatte als Abstellplatz bei Renovierungs- und Montagearbeiten ausgeführt. Diese hat eine Zugangsöffnung zu dem Entlastungskanal.

Der Teil des Einlaufbauwerks nach der Brücke 1 Exerzierplatzstrasse ist verdolt, um sowohl die volle Zugänglichkeit des Grundstücks mit der Nummer 245/2 (siehe Abbildung 4.3) wieder herzustellen, als auch eine bessere Bedienungsmöglichkeit im Fall eine Gerinnereinigung zu gewährleisten.

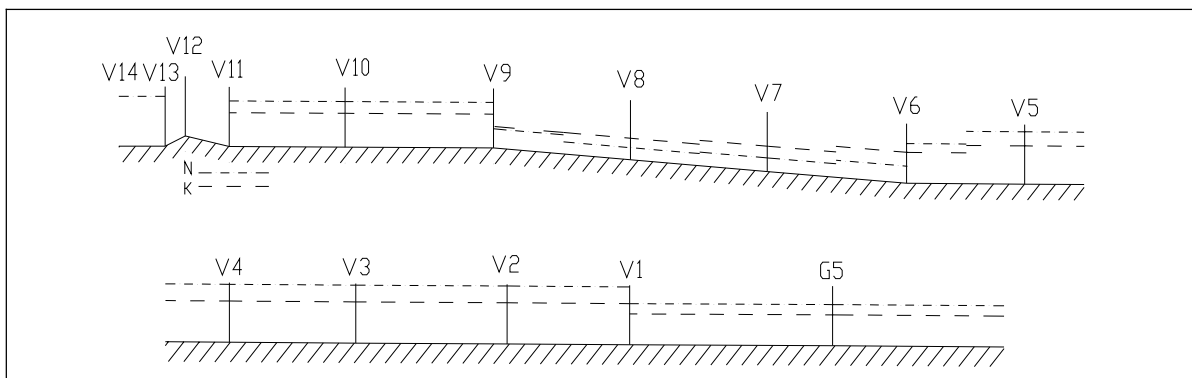
Die beiden Brücken sowie die anderen begehbaren Abdeckungskonstruktionen, werden mit Geländern abgesichert.

Nach einem Thalerbach- oder Murhochwasser ist eine Spülung der Entlastungsgerinne vorgesehen.

#### 4.1.1.4 Hydraulische Berechnungen

Um den Fließzustand im Einlaufbauwerk festzustellen wurde eine Wasserspiegelberechnung durchgeführt. Es wurden 14 Profile im Einlaufbauwerk ausgewählt (mit V1 bis V14 bezeichnet) und für sie die „Normale“ und die „Kritische Tiefe“ berechnet (siehe Abbildung 4.8 und Pläne mit den Nummern 16 bis 22 im Kapitel 7.). Da unmittelbar nach dem Einlaufbauwerk ein Fließwechsel zu erwarten ist, wurde der Grenzquerschnitt im Profil G1 (der erste Querschnitt mit Profiltyp 6, siehe Kapitel 4.2.6 sowie Abbildung 4.9) , dessen Parameter bekannt sind, als Grundlage für die weiteren Berechnungen verwendet.

Für eine höhere Genauigkeit der Berechnungen sind zusätzlich noch 4 Profile (mit G2 bis G5 bezeichnet) im naturnahen Bereich mit berücksichtigt worden.



**Abbildung 4.8** Hydraulische Berechnung, Längsschnitt mit normale und kritische Tiefen

Die Wasserspiegellinie wurde schrittweise nach dem Verfahren berechnet, das in der „Technischen Hydromechanik“ BOLRICH 1996 beschrieben ist. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der Tabelle 4.1 festgehalten:

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} ; \text{ mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]}$$

$\Delta v = v_2 - v_1$ ; Fließgeschwindigkeitsdifferenz [m/s]

$r_{hy,m} = \frac{r_{hy1} + r_{hy2}}{2}$ ; mittlerer hydraulischer Radius [m]

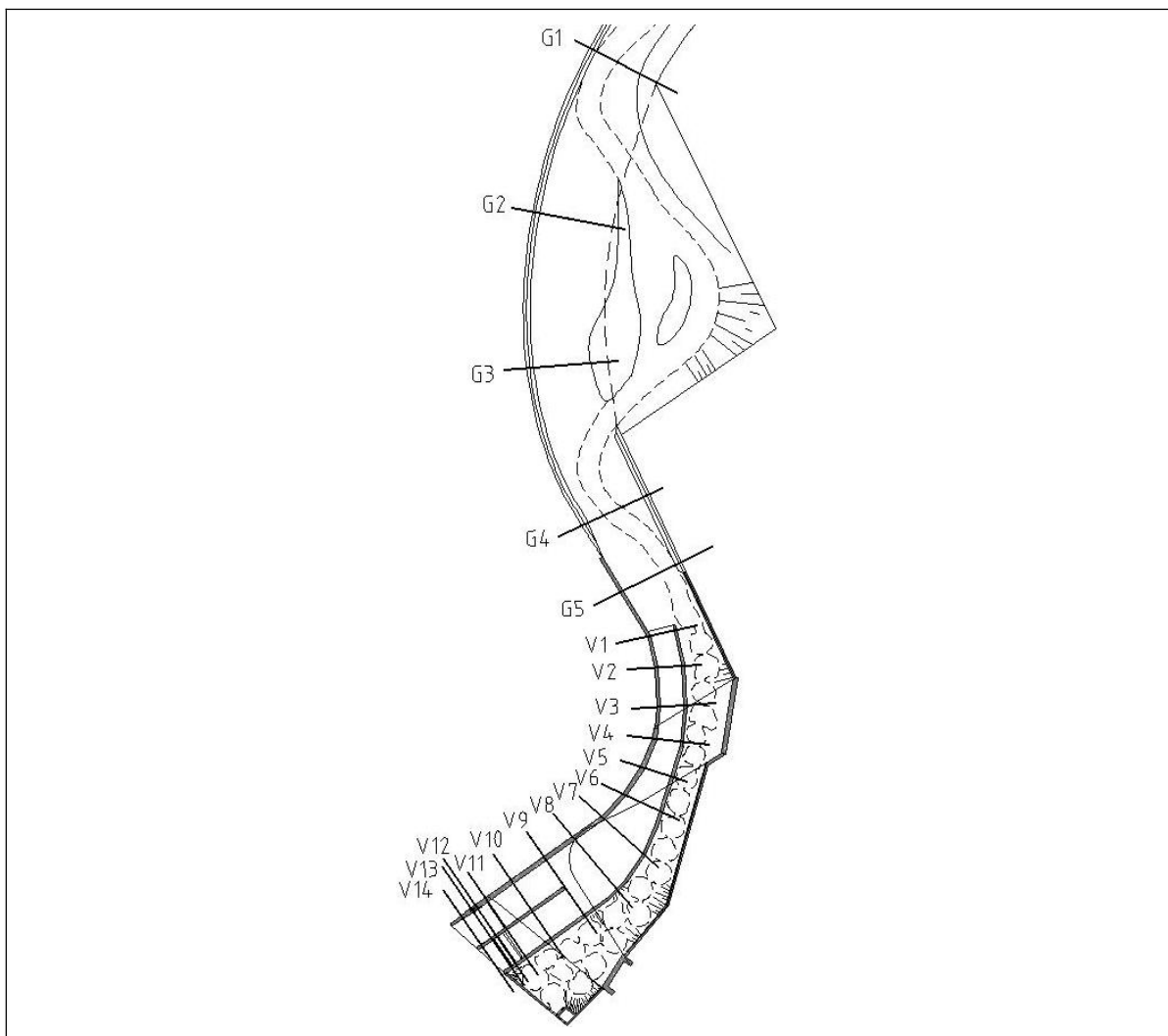
$\Delta h = I_0 \cdot \Delta x - \frac{v_m^2}{k_{St}^2 \cdot r_{hy,m}^{4/3}} \cdot \Delta x - \varepsilon \cdot \frac{v_m}{g} \cdot \Delta v$ ; Wassertiefendifferenz [m]

$\Delta x$  – Längenabschnitt [m]

$I_0$  – Sohlgefälle

$\varepsilon$  – Faktor für Berücksichtigung der Erweiterung des Gerinnenquerschnittes

$\Delta h_p = -\frac{v_m^2 \cdot \Delta x}{k_{St}^2 \cdot r_{hy,m}^{4/3}} - \varepsilon \cdot \frac{v_m}{g} \cdot \Delta v$ ; Piezometerhöhendifferenz [m]



**Abbildung 4.9** Hydraulische Berechnung, Plan mit Querprofilen

Profil	Station x [m]	$\Delta x$ [m]	h [m]	$\Delta h$ geschätzt [m]	A [m <sup>2</sup> ]	$k_h$ [m]	$r_{hy}$ [m]	Fr	v [m/s]	$r_{hy}$ [m]	$v_m$ [m/s]	$\Delta v$ [m/s]	$k_{st}$	$\epsilon$	$\Delta h_p$ [m]	Sohle [m]	Wasserspiegel über NN [m]	Energielinie [m]	$\Delta h$ berechnet [m]	
G1	0.00		1.60		9.31	9.66	0.96	0.54	2.15		1.32	1.48	1.33	20	1.00	-0.299	355.89	357.49	357.73	
G2	-25.69	25.69	1.77	-0.170	24.53	14.66	1.67	0.20	0.82								356.02	357.79	357.82	-0.170
G3	-49.16	23.47	1.67	0.100	23.31	14.59	1.60	0.21	0.86		1.64	0.84	-0.04	20	1.00	-0.018	356.14	357.81	357.84	0.100
G4	-78.24	29.08	1.55	0.125	16.64	11.83	1.41	0.31	1.20		1.50	1.03	-0.34	20	0.67	-0.021	356.28	357.83	357.90	0.125
G5	-92.35	14.11	1.49	0.052	16.47	11.22	1.47	0.32	1.21		1.44	1.21	-0.01	25	1.00	-0.019	356.36	357.85	357.92	0.052
V1	-101.13	8.78	1.09	0.400	4.16	6.00	0.69	1.47	4.80		1.08	3.01	-3.59	25	0.50	0.436	356.39	357.41	358.59	0.480

Tabelle 4.1

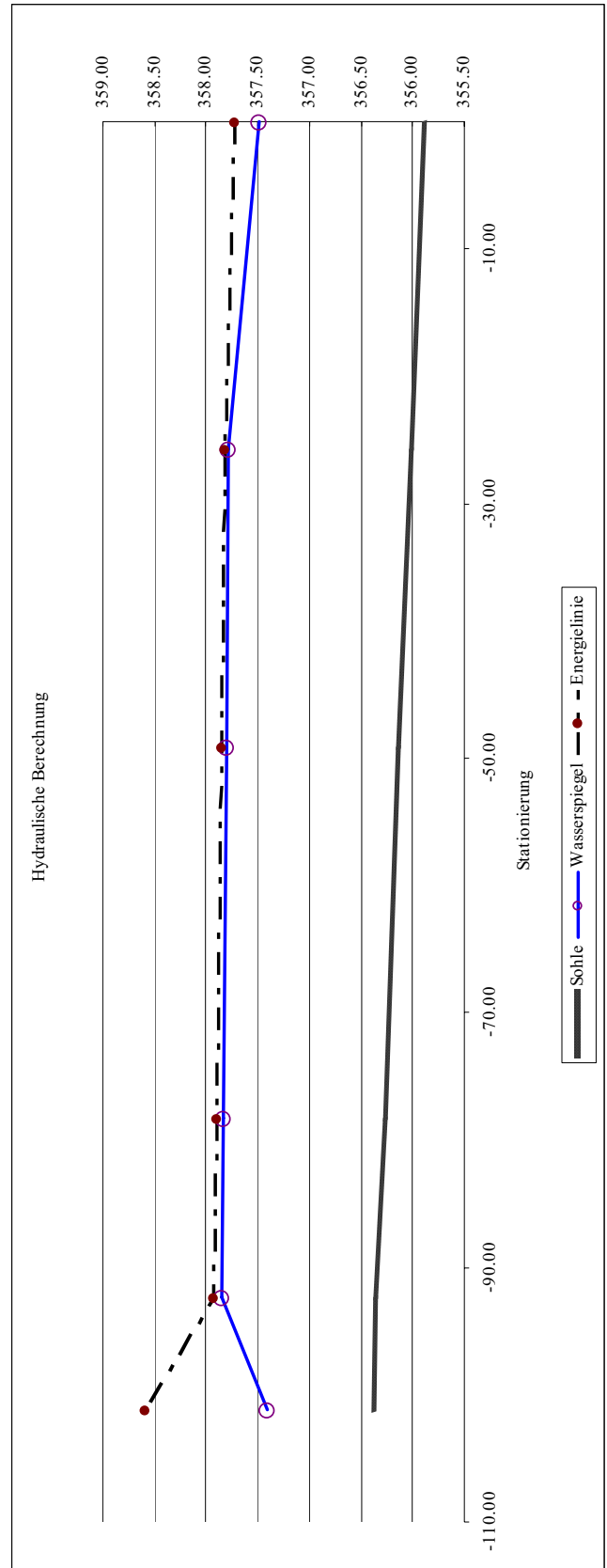


Abbildung 4.10

Aus der oben dargestellte Tabelle und Abbildung wird ersichtlich, dass ein Fließwechsel zwischen Profile G5 und V1 stattfinden würde.

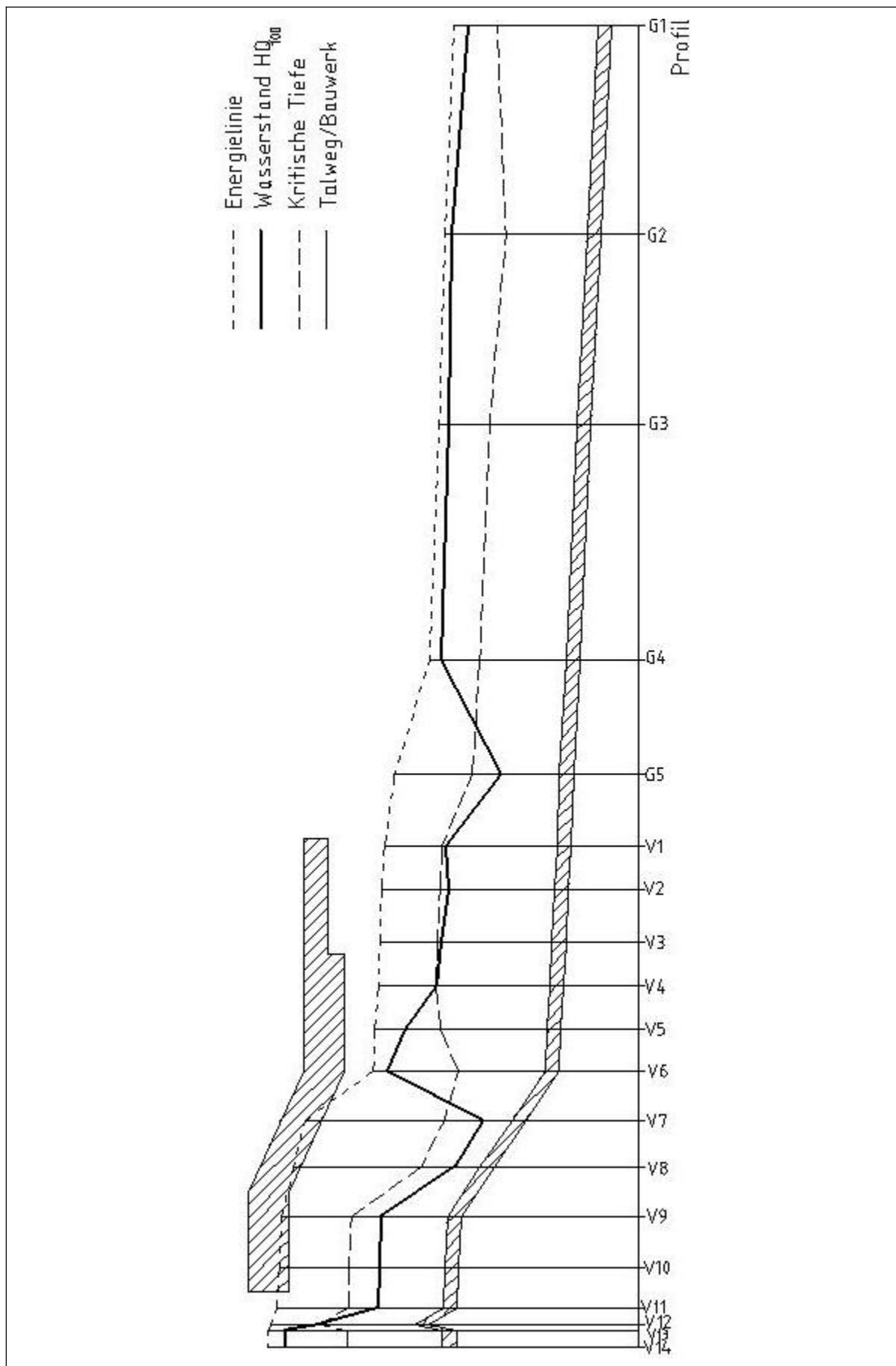


Abbildung 4.11 Wasserspiegelberechnung mit HEC- RAS



Mit der Hilfe des Computerprogramms „Hydrologic Engineering Centers River Analysis System“ (HEC-RAS) von “US Army Corps of Engineers” wurde eine durchgehende Wasserspiegelberechnung durchgeführt. Die Ergebnisse können der Abbildung 4.11, der Tabelle 4.2, sowie dem Plan Nr.23 im Kapitel 7. entnommen werden.

Stationierung	Profil	Q	Talweg	Wasserstand HQ(100)	Kritische Tiefe	Energielinie	Energieliniengefälle	Geschwindigkeit	Fläche	Wasserflächenbreite	Fr
(hm)		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
6.1379	V14	20	357.80	359.74	358.97	359.95	0.000460	2.07	9.68	5.00	0.47
6.1179	V13	20	357.80	359.74	358.97	359.95	0.000460	2.07	9.68	5.00	0.47
6.1092	V12	20	358.15	359.32	359.32	359.92	0.001899	3.41	5.87	5.00	1.00
6.0902	V11	20	357.79	358.60	358.96	359.84	0.005694	4.94	4.05	5.00	1.75
6.0401	V10	20	357.77	358.58	358.95	359.81	0.005593	4.91	4.07	5.00	1.74
5.9759	V9	20	357.74	358.56	358.92	359.78	0.005509	4.89	4.09	5.00	1.72
5.9167	V8	20	357.34	357.66	358.07	359.64	0.023746	6.24	3.21	10.15	3.54
5.8575	V7	20	356.94	357.31	357.78	359.49	0.021626	6.53	3.06	8.22	3.42
5.7973	V6	20	356.54	358.49	357.60	358.65	0.000300	1.75	11.43	5.85	0.40
5.7462	V5	20	356.51	358.27	357.82	358.63	0.000899	2.66	7.52	4.28	0.64
5.6928	V4	20	356.48	357.88	357.88	358.59	0.002219	3.72	5.38	3.84	1.00
5.6381	V3	20	356.45	357.82	357.86	358.57	0.002380	3.82	5.24	3.81	1.04
5.5727	V2	20	356.42	357.74	357.83	358.55	0.002692	3.99	5.01	3.81	1.11
5.5197	V1	20	356.39	357.78	357.80	358.51	0.002333	3.79	5.28	3.81	1.03
5.4319	G5	20	356.36	357.08	357.43	358.39	0.128241	5.06	3.96	9.41	2.49
5.2908	G4	20	356.28	357.83	357.34	357.96	0.004103	1.60	12.52	10.50	0.47
5.0000	G3	20	356.14	357.74	357.22	357.84	0.003347	1.36	14.70	12.79	0.40
4.7653	G2	20	356.02	357.69	357.02	357.77	0.002281	1.20	16.71	12.92	0.34
4.5084	G1	20	355.89	357.49	357.13	357.66	0.006598	1.85	10.81	10.13	0.57

**Tabelle 4.2**

Die vom HEC-RAS gelieferten Ergebnisse stimmen überein mit den manuell durchgeführten Berechnungen für den Abschnitt zwischen den Profilen G1 und V1. Es muss erwähnt werden, dass das Computerprogramm ein 1D Modell ist und die einseitige Profilaufweitung nur teilweise berücksichtigt wird. Das kann zu einer gewissen Ungenauigkeit führen.

Aus den Ergebnissen ist sichtbar, dass im Einlaufbauwerk zwischen den Profilen V7 und V6 ein Wechselsprung stattfindet und ein solcher ist in einer bedeckten Konstruktion zu vermeiden. Es werden folgende Lösungen vorgeschlagen:

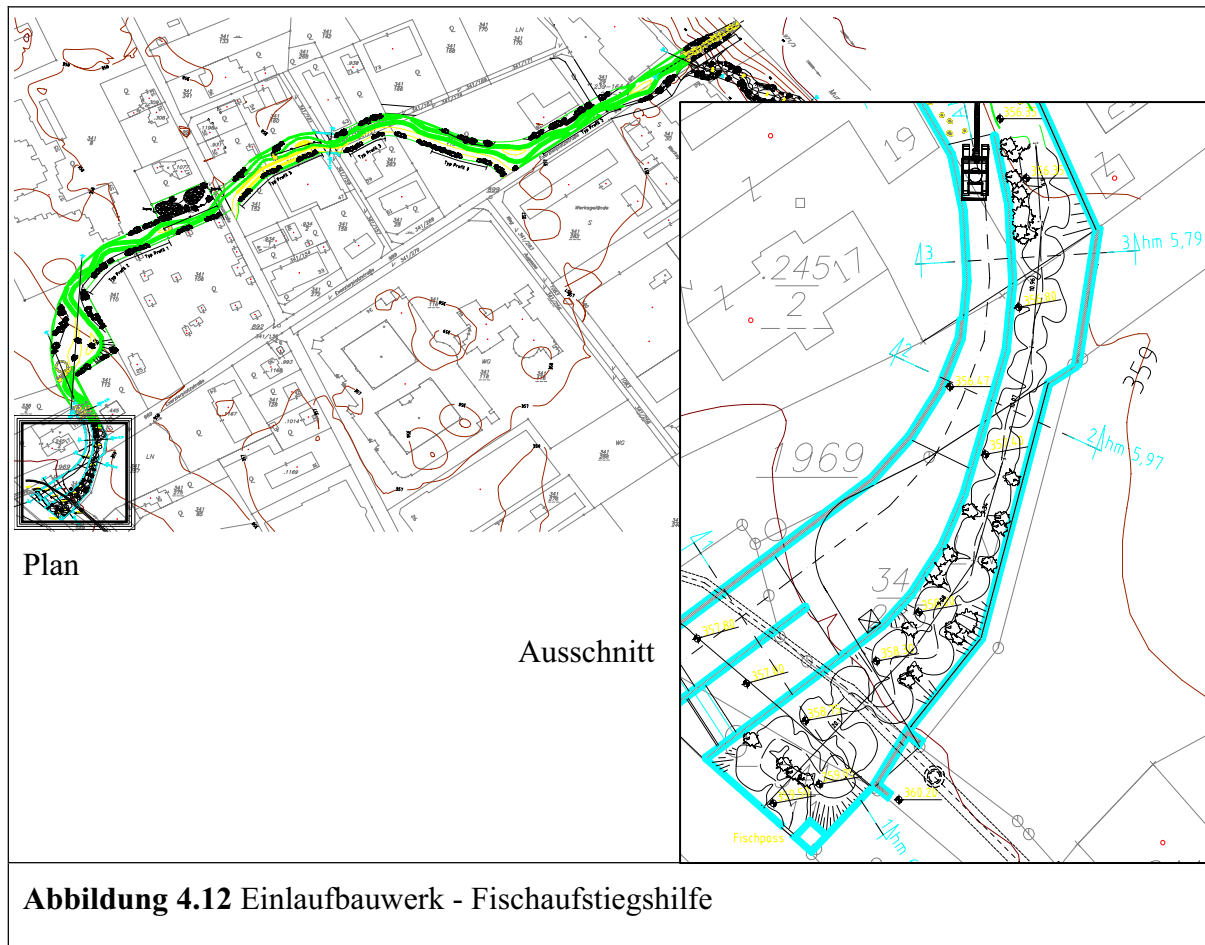
- Die beiden Abschnitte, in welchen Deckplatten vorgesehen wurden, offen zu gestalten (siehe Abbildung 4.7). Das heißt, dass das Einlaufbauwerk nur durch die zwei Brücken abgedeckt wird.

- Die Schussrinne mit einem geringeren Sohlgefälle und größerer Länge zu gestalten. Damit würde der Wechselsprung stromabwärts und außerhalb der verdolten Strecke stattfinden.
  
- Annahme einer höheren Kote der Brücke 1 Exerzierplatzstrasse

Das Einlaufbauwerk bietet viele hydraulische Herausforderungen, die mit einer numerischen Lösung nur schwer zu erfassen sind. Eine Möglichkeit wäre, eine Modelluntersuchung durchzuführen, um die Konstruktion optimieren zu können.

## 4.1.2 Fischwanderhilfe – Einlauf

Stationierung: hm 5,57 bis hm 6,15



Der Aspekt der naturnahen Gestaltung für die im Einlaufbauwerk geplante Fischaufstiegshilfe wurde in Variante 1 bezüglich optimaler Flächennutzung berücksichtigt und die Konstruktion räumlich optimal entworfen. Das naturnahe Aussehen wurde noch nicht optimiert. In der hier vorgeschlagenen optimierten Lösung ist die Fischaufstiegshilfe als Tümpelpass mit einer Länge von 67 m entworfen worden.

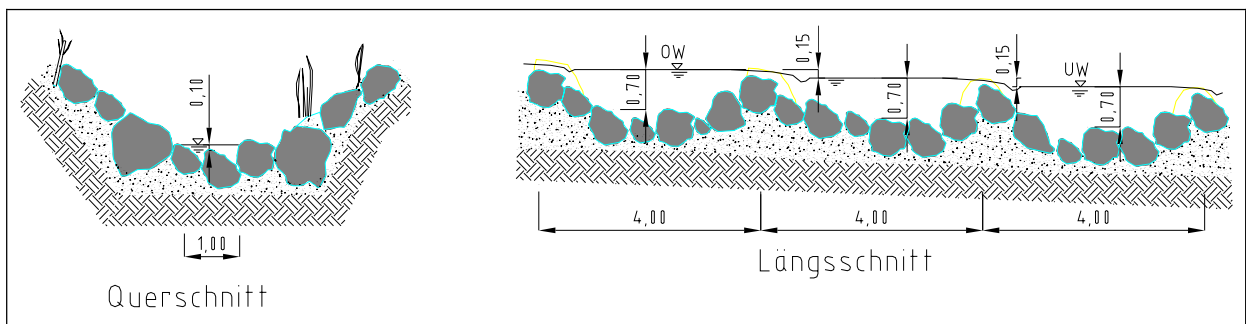
### 4.1.2.1 Flächeninanspruchnahme

In der ursprünglichen Variante 1 wurde als Baugrund für das Einlaufbauwerk ein Teil des Grundstücks Nr. 341/285 bei der Kreuzung von Zanklstrasse und Exerzierplatzstrasse (der Buswendeplatzes) vorgesehen (siehe Abbildung 4.3). In der hier vorgeschlagenen Lösung werden Änderungen vorgenommen, was die Nutzung des gesamten Grundstücks als Baugrund für das neu geplante Einlaufbauwerk notwendig macht. Die zusätzlich gewonnene Fläche wird für den Tümpelpass auf die ganze Breite genutzt, damit ein größtmöglicher

Vegetationsraum geschaffen werden kann. Die Böschungen werden bepflanzt um dadurch bessere Beschattungen des Wassers und eine naturähnliche Gestaltung zu sichern.

#### 4.1.2.2 Ökologischerfunktion und Naherholungsfunktion

Das Entlastungsgerinne wäre für das gesamte Gebiet von großer ökologischer Bedeutung, weil dadurch eine Verbindung zwischen der Mur, dem Mühlgang und dem Flusssystem des Thalerbaches gewährleistet wird. Deswegen ist die Fischpassierbarkeit des Gerinnes unbedingt einzuhalten. Sie ist an zwei Stellen wegen des großen Wasserstandsunterschiedes nicht gegeben und an diesen Stellen sind die zwei Tümpelpässe vorgesehen.



**Abbildung 4.13** Tümpelpass

Um eine Verbesserung des Naherholungswertes zu gewährleisten ist ein Gehweg mit 2 m Breite und 36 m Länge geplant. Dieser verläuft zwischen der Exerzierplatzstrasse und der Zanklstrasse, entlang dem Tümpelpass, und ermöglicht den Kontakt der Fußgänger zum naturnah gestalteten Tümpelpass.

#### 4.1.2.3 Konstruktion

Der Fischpass besteht aus 23 Tümpeln mit Wasserspiegelunterschieden von 15 cm. Sie sind mit einer durchschnittlichen Länge und einer Breite von 4 m und einer Tiefe von 0,70 m vorgesehen. Die gesamte axiale Länge des Passes beträgt ca. 67 m und der letzte Tümpel befindet sich beim Auslauf der verdolten Strecke des Einlaufbauwerks. Der Höhenunterschied zwischen den Wasserständen im Mühlgang und dem Gerinnenanfang beträgt 3,77 m.

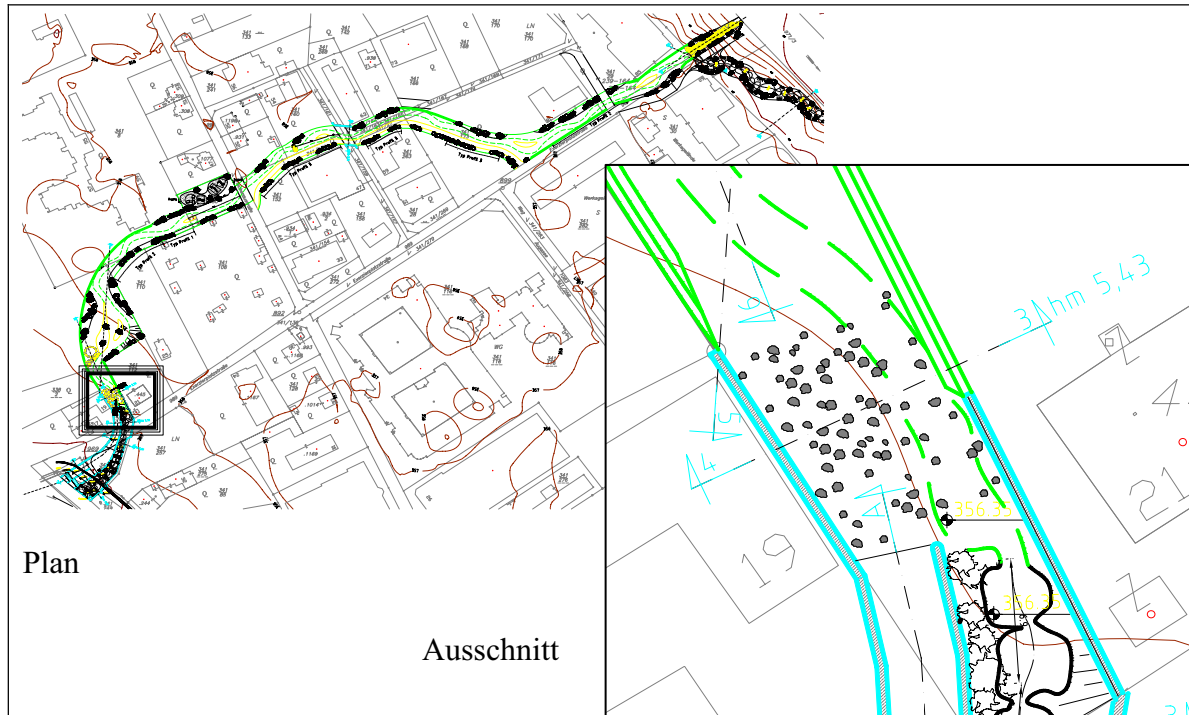
Der Durchfluss kann grundsätzlich als annähernd konstant angenommen werden (hängt vom Wasserstand im Mühlgang ab). Dieser beträgt  $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$  und wird durch eine Tauchwand gesteuert. Diese Wassermenge ergibt sich aus dem mittleren normalen Durchfluss des Thalerbaches ( $0,26 \text{ m}^3/\text{s}$ ) und einer vorgesehenen Dotation aus dem Mühlgang ( $0,54 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Im Fall einer trockenen Periode soll die Wassermenge, die von der Mur bei Wein-

zöttl entnommen wird, um diese Differenz erhöht werden, die dann den gleichen konstanten Durchfluss ermöglicht. Bei dem Fischpasseinlauf ist eine Zugangsrampe vorgesehen, die über das Nachbargrundstück Nr. 341/249 begehbar ist. Dieses Grundstück ist wegen des sich auf ihm befindenden Trafos immer zugänglich.

Im Hochwasserfall darf der Durchfluss im Fischpass nicht erhöht werden, d.h. die Tauchwandlage wird nicht geändert und die ganze Hochwassermenge wird durch die dafür vorgesehene Öffnung ins Einlaufbauwerk ausfließen. In diesem Fall baut sich im unteren Teil des Tümpelpasses einen Rückstau auf.

### 4.1.3 Offene Steinbelegung – Befestigte Strecke

Stationierung: 540 m bis 557 m



**Abbildung 4.14** Offene Steinbelegung – Befestigte Strecke

Aus den durchgeführten hydraulischen Berechnungen hat sich ergeben, dass unmittelbar nach der verdolten Strecke des Einlaufbauwerks ein Flieswechsel stattfindet. Aus diesem Grund ist eine Sohlenbefestigung und Energieumwandlung notwendig.

Im Sinne der Ziele und Grundsätze des Sachprogramms Grazer Bäche wird eine naturnahe Bauweise für diese Energieumwandlung verwendet. Die offene Steinbelegung sichert den notwendigen Sohlenschutz, ist nachhaltig und braucht keine bis sehr geringe Wartung.

Die für diese Maßnahme gewählte Strecke ist 17 m lang und beidseitig mit Stützwänden gesichert. Die linke Wand ist aus Stahlbeton und die rechte teilweise aus Stahlbeton und teilweise aus trockenem Steinmauerwerk.

Die Festlegung des Mindeststeindurchmessers erfolgt aufgrund einer an der TU München, durch eine Serie von Modell- und Naturversuchen, entwickelten Methode. [HONSOWITZ, 2006]

$$\text{Gl. 4.1 } d_{S,\min} = \left( \frac{q_{\max}}{h_{\max}} \right)^2 \left/ \left( 2 \cdot g \cdot 1,44 \cdot \frac{\rho_S - \rho_w}{\rho} \right) \right. ;$$



$q_{\max}$  : maximaler Abfluss pro Breitenmeter vom ausgewählten repräsentativen Querschnitt  $[m^3/(s.m)]$

$h_{\max}$  : zugehörige maximale Fließtiefe im ausgewählten repräsentativen Querschnitt [m]

$\rho_S$  : Steindichte, angenommen:  $2650 [kg/m^3]$

$\rho_W$  : Wasserdichte :  $1000 [kg/m^3]$

$g$  : Erdbeschleunigung :  $9,81 [m/s^2]$

Im vorhandenen Fall wird die minimal berechnete Wassertiefe vor dem Wechselsprung eingesetzt, sie beträgt 0,72 m.

$$d_{S,\min} = \left( \frac{2,09}{0,72} \right)^2 \bigg/ \left( 2,9,81,1,44 \cdot \frac{2650 - 1000}{1000} \right) = 0,18 m$$

Aus den Berechnungen folgt, dass für die gegebene Strecke Belegungssteine mit einem Durchmesser von 0,18 m ausreichend sind.

Um eine Kontrolle durchzuführen, wird die Schubspannung berechnet, die durch die Strömung auf das Sediment ausgeübt werden muss, um eine Bewegung des letzten zu verursachen (so genannte kritische Shieldschubspannung):

$$\text{Gl. 4.2 } \tau_{krit} = (\rho_S - \rho_W) \cdot g \cdot d_m \cdot \Theta_{krit};$$

$\rho_S$  : Steindichte :  $2650 [kg/m^3]$

$\rho_W$  : Wasserdichte :  $1000 [kg/m^3]$

$d_m$  : Charakteristischer mittlerer Durchmesser [m]

$g$  : Erdbeschleunigung :  $9,81 [m/s^2]$

$\Theta_{krit}$  : Kritischer Shields-Parameter : 0,03 (für ungünstigsten Fall angenommen)

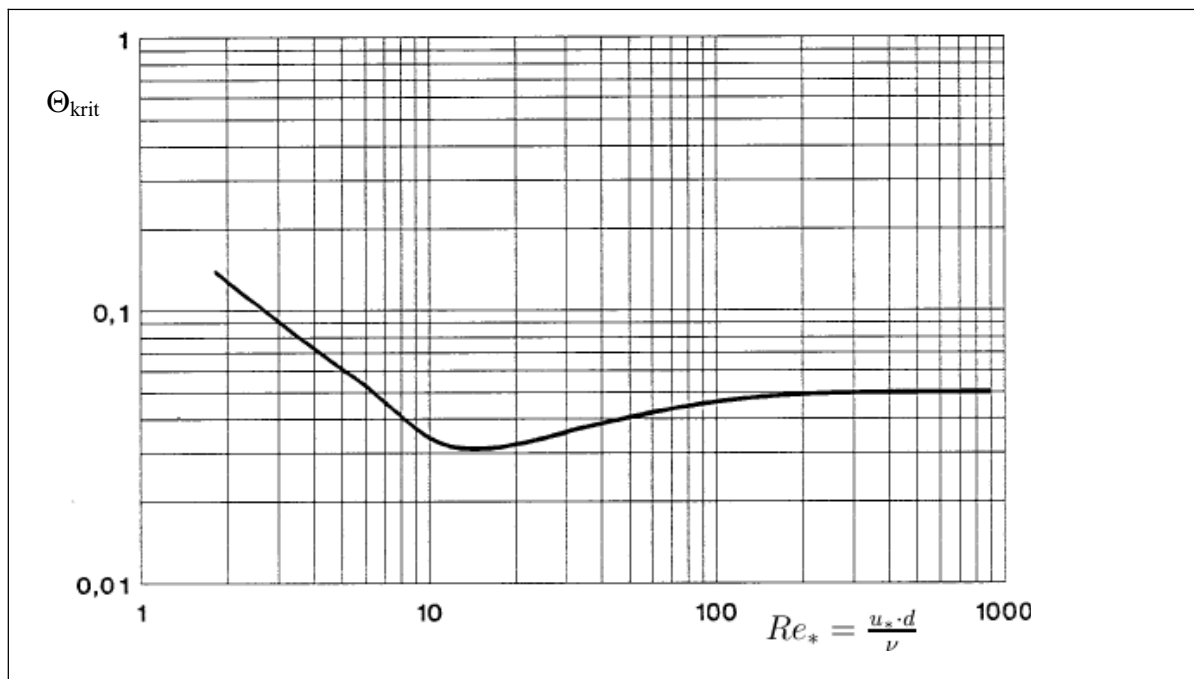


Abbildung 4.15 Schields-Diagramm ;  $Re_*$  - Grenz Reynoldszahl

Die Schubspannung lässt sich auch nach der folgenden Formel berechnen:

$$\text{Gl. 4.3 } \tau = \rho_W \cdot g \cdot h \cdot I_E;$$

$$\rho_W: \text{ Wasserdichte : } 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$g: \text{ Erdbeschleunigung : } 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$h: \text{ Fließtiefe im ausgewählten repräsentativen Querschnitt [m]}$$

$$I_E: \text{ Energiegefälle}$$

Wenn man  $d_m$  durch Gl. 4.2 ausdrückt und  $\tau$  von Gl. 4.3 ersetzt, ergibt sich folgendes:

$$d_m = \frac{\rho_W \cdot g \cdot h \cdot I_E}{(\rho_S - \rho_W) \cdot g \cdot \Theta_{krit}} = \frac{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,005}{(2650 - 1000) \cdot 0,03} = 0,05 \text{ m}$$

Von dieser Gleichung folgt, dass Steine mit charakteristischem mittlerem Durchmesser größer als 0,05 m durch die Strömung nicht bewegt werden. Die endgültig für die Strecke mit offener Steinbelegung gewählten Steine haben einen größten Durchmesser von ca. 0,30 m und einem Gewicht von ca. 40 kg (bei einer Raumdichte von 2650 kg/m<sup>3</sup>). Diese Anforderungen an die Steine sollen gewährleisten, dass es für Kinder unmöglich wäre, die Steine

zu heben oder zu bewegen. Das ist eine bestehende Gefahr, weil das Gerinne durch eine stark besiedelte Stadtgegend mit offenem Zutritt zum Wasser fließt.

Bei einer stärkeren Strömung wird das zwischen den Steinen abgelagerte Material abgeschwemmt und die Sohlrauheit wird sich stark erhöhen, das führt zu einer Geschwindigkeitsverminderung und Erhöhung der Fließtiefe.

Über den für diese Strecke repräsentativen Profiltyp 5 sind weitere Informationen im Punkt 4.2.2. enthalten.

#### 4.1.4 Profilerweiterung und Gerinneverzweigung

Zwischen hm 3,83 und hm 5,21 befinden sich die niedrigsten Gerinnenufer, sowie eine Krümmung in der Trasse. Diese Kombination stellt eine hohe Ausuferungsgefahr dar.

##### 4.1.4.1 Erster Entwurf

Die Sicherung des erforderlichen Freibords in dieser Strecke erfordert den Einsatz von Dämmen. Diese Maßnahme wird zusätzliche Flächen beanspruchen. Für das Erreichen der notwendigen Uferhöhe wird eine graduelle Bodenerhöhung ausgeführt und auf diese Weise wird der Hochwasserschutz gesichert sowie die landwirtschaftliche Nutzung des Bodens bis an die Gerinnenufer ermöglicht. Darunter ist auch eine Verwendung der Aushubmassen des Gerinnes möglich. Die Geländeauffüllung betrifft die Grundstücke mit Nummern 341/9; 341/110 und 341/8. (siehe Abbildung 4.)

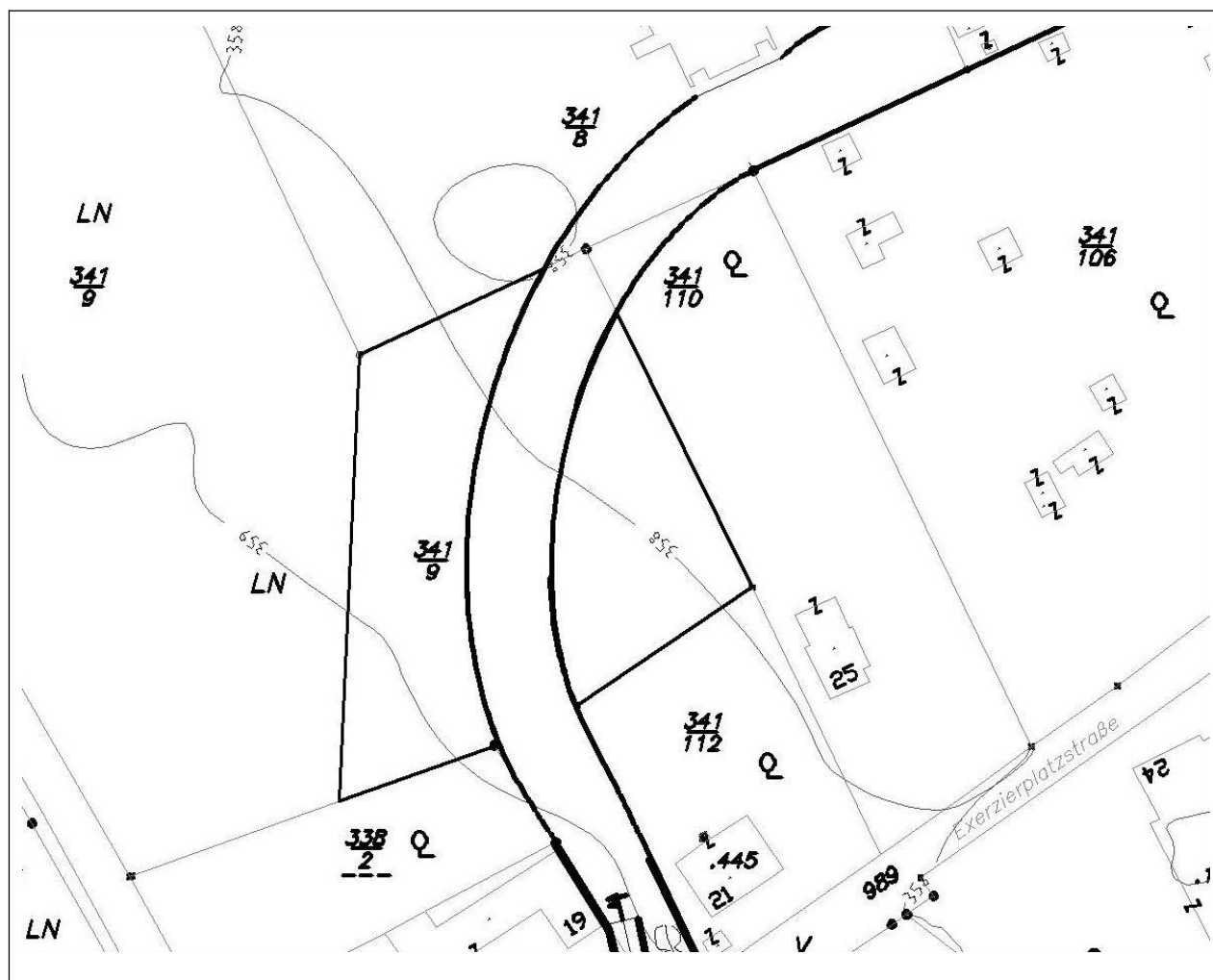
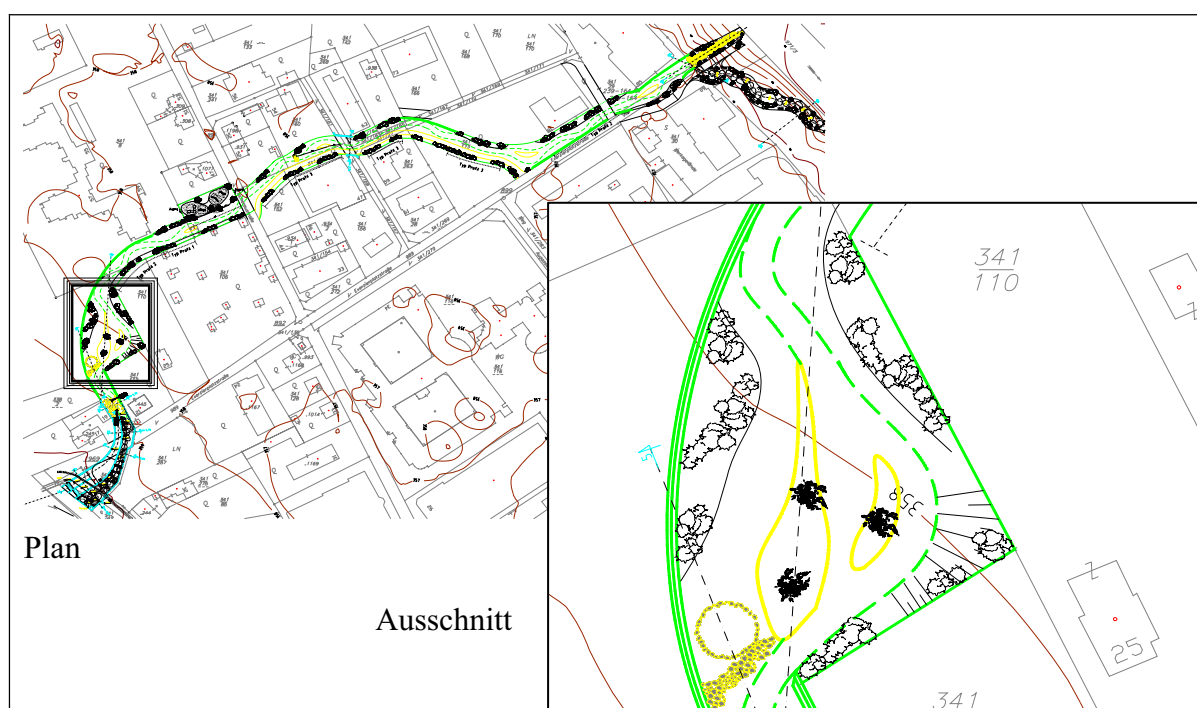


Abbildung 4.16 Lageplan, Ausschnitt, Geländeauffüllung – entfallener Vorschlag

#### 4.1.4.2 Endgültiger Entwurf

Stationierung: hm 4,54 bis hm 5,21

Wegen der Teilung des Grundstücks mit der Nummer 341/9 durch das Entlastungsgerinne wird ein Teil davon für landwirtschaftliche Geräte unzugänglich. Wenn dieser Teil in Anspruch genommen wird, wäre es möglich eine Aufweitung im Entlastungsgerinne, im Abschnitt nach der Energieumwandlungsstrecke, zu gestalten. Das hat auch aus hydraulischer Sicht eine positive Auswirkung: die Fliesstiefe wird im Vergleich zur Energieumwandlungsstrecke erhöht und die Geschwindigkeit gesenkt und dies führt auch zu einem Ausgleich der Geschwindigkeitsverteilung im Querschnitt.



**Abbildung 4.17** Profilerweiterung und Gerinneverzweigung

#### 4.1.4.3 Konstruktion

Die hydraulischen Berechnungen für den Wasserspiegel in diesem Teil des Entlastungsbauwerkes sind im Kapitel 4.1.1. enthalten.

Diese Strecke befindet sich in einer Krümmung, deswegen ist die Anprallseite mit einem trockenen Steinmauerwerk geschützt.

Als eine zusätzliche Energieumwandlungsmaßnahme ist am Anfang eine Steinschüttbühne geplant. Bei einem Hochwasserfall würde sie sich im Hauptstrom befinden. Danach ist ein Tosbecken als eine 1,5 m tiefe steinbepflasterte Mulde vorgesehen. Die Bühne hat eine Höhe

von 0,75 m und wird nur bei höherem Wasserdurchfluss überflossen. Bei kleineren Wassermengen wird das Wasser in dem dafür vorgesehenen Gerinnen fließen.

Durch das Mähen des Bewuchses entlang dem linken Ufer in einem 13 m breiten Streifen wird der geplante Durchfluss von 20 m<sup>3</sup>/s gewährleistet.

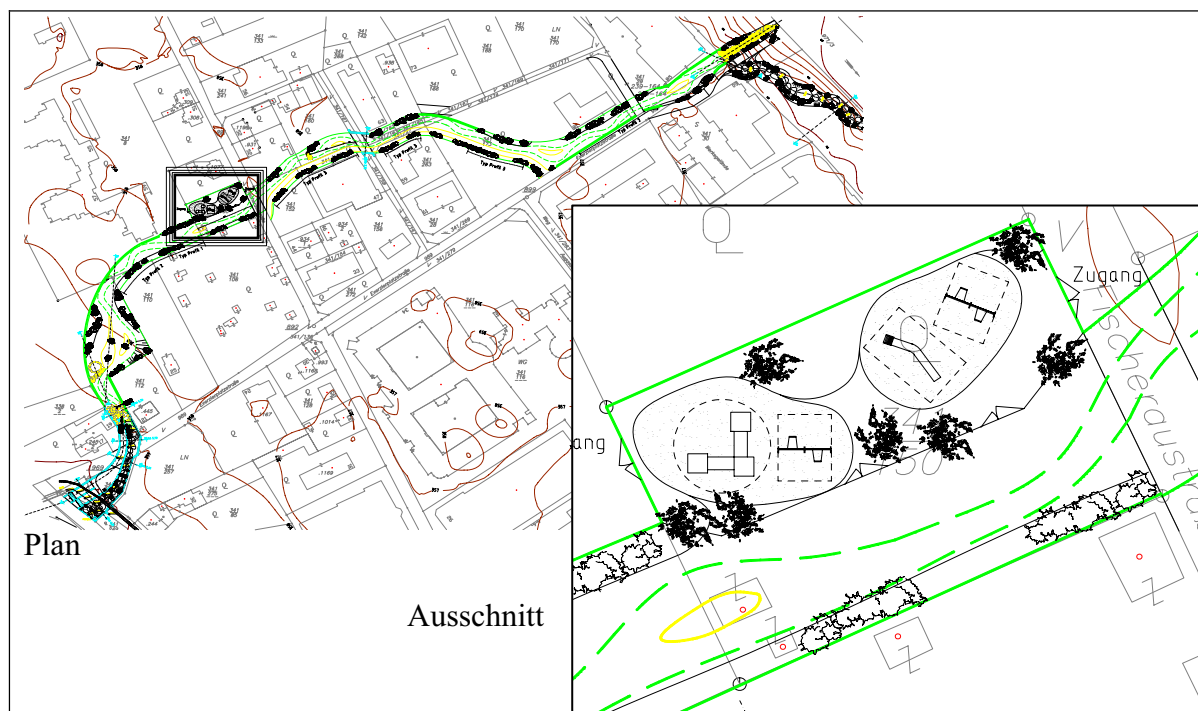
#### **4.1.4.4 Ökologische Funktion**

Die Profilerweiterung hat auch eine positive Auswirkung als naturnahes Element im Entlastungsbauwerk. In den geplanten Gerinneverzweigungen wird die Fliestiefe bei normaler Wasserführung niedriger und somit wird eine Alternierung des Fließzustands erreicht. Die Aufweitung des Flussbettes wird auch zahlreiche Vegetationsmöglichkeiten anbieten.



### 4.1.5 Spiel- und Erholungsraum

Stationierung: hm 3,52 bis hm 5,87



**Abbildung 4.18** Spiel- und Erholungsraum

Im Zusammenhang mit den Zielen des Sachprogrammes Grazer Bäche und Grünes Netz Graz, wird in der Optimierung der Variante 1 eine größere Bedeutung an die Wasserzugänglichkeit und Naherholungsfunktion um das Entlastungsgerinne gestellt. Eine Lösung in diesem Kontext wäre beispielsweise der Flussspielplatz am Liesingbach bei Wien. In dieser Weise wird eine Verbindung zwischen Bürger und neuem Gewässer entstehen, Grund auch für eine bessere öffentliche Aufnahme des Projektes.

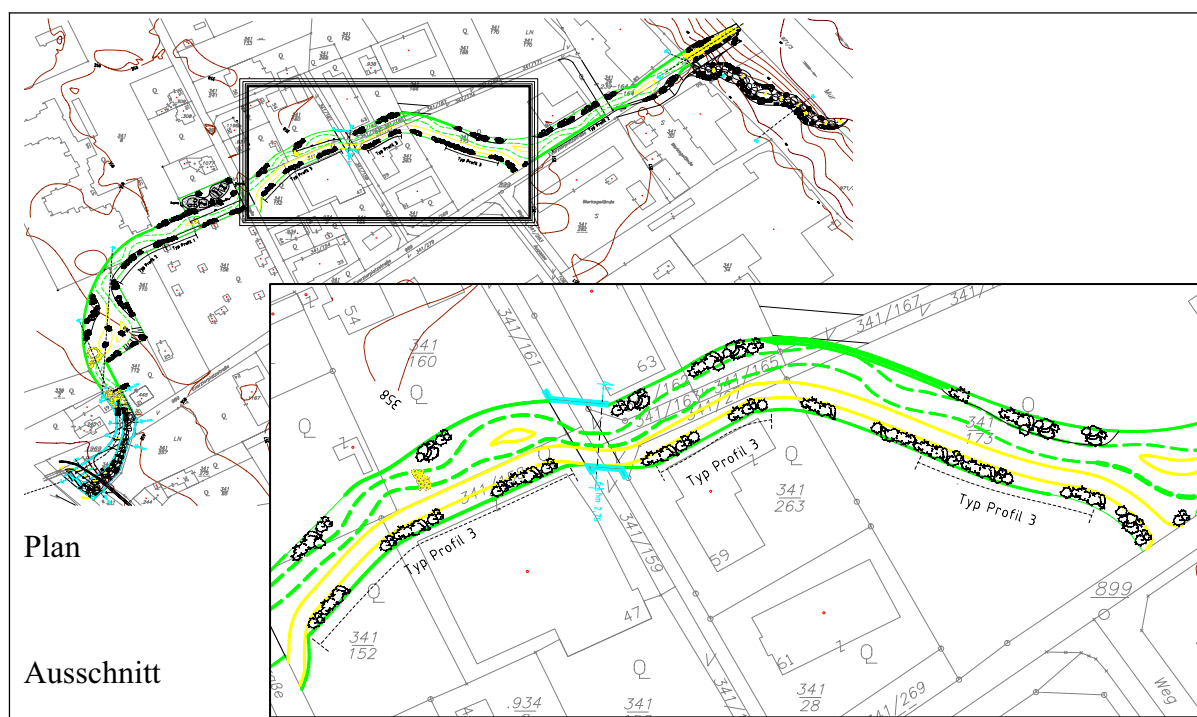
Das Grundstück Nr. 341/150 wurde schon bei der ersten Entwurfsphase als Baugrund für das Entlastungsbauwerk beansprucht. In der vorliegenden Lösung wird der restliche Teil von 350 m<sup>2</sup> mit einer gemischten Nutzung als Spiel- und Erholungsraum und gleichzeitig als Hochwasserschutz vorgesehen. Die Nutzung erfolgt durch Bodenniveauabsenkung die ein zusätzliches Wasserdurchflussvolumen schafft. Es ist auch eine Gerinneaufweitung mit flachen Böschung des Ufers auf der Seite des Spielplatzes geplant. Dies ermöglicht den intensiveren Kontakt zum Wasser und hat positive ökologische Auswirkungen durch die Alternierung des Flussbetts.

Dieses Grundstück befindet sich neben einem Wohnhochhaus und deswegen ist die Schaffung eines zusätzlichen naturnahen Erholungsraumes zu empfehlen. Der Zugang wird auch von der

Fischeraustraße möglich sein. Es ist eine Zaun zwischen dem Kinderspielplatz und den hochwassergefährdeten Flächen vorgesehen.

### 4.1.6 Radweg

Stationierung: hm 1,62 bis hm 3,46



**Abbildung 4.19** Radweg

Als eine weitere Verknüpfung an den Zielen dieser Optimierung ist auf einer Länge von 184 m ein Radweg geplant. Dieser ist im Entlastungsgerinne situiert und ermöglicht den freien Zugang zum Wasser. Es wird bei jedem Hochwasserereignis größer als  $HQ_1$  gesperrt.

Der Radweg befindet sich auf den Flächen, die ursprünglich für das Gerinne der Variante 1 vorgesehen wurden. Zusätzlicher Baugrund wird nur bei dem Anschließen an die Fischeraustraße und Exerzierplatzstrasse notwendig.

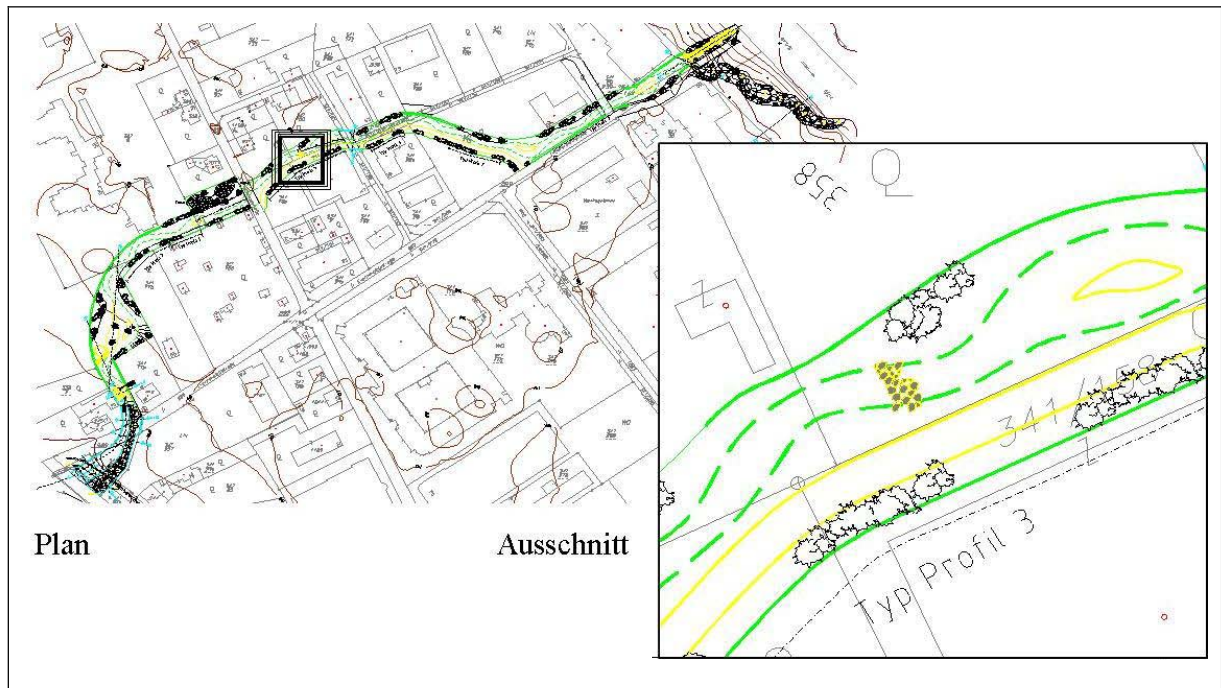
Der Radweg ist in Anlehnung an der Regulierungsrichtlinie der Stadt Graz für Anlieger und Sammelstraßen, 1996, mit einer Breite von 3,0 m geplant..

Der Radweg wird asphaltiert und hat aus hydraulischer Sicht eine Oberfläche mit geringer Rauigkeit und dadurch wird die Gerinnendurchflusskapazität in dieser Strecke erhöht.

Für diesen Gerinnenabschnitt wird Profiltyp 8 benutzt. Die Wasserspiegelberechnungen für diesen Abschnitt sind im Kapitel 4.2. und im Anhang 8.1.5 enthalten.

### 4.1.7 Sohlschwelle

Stationierung: hm 3,05



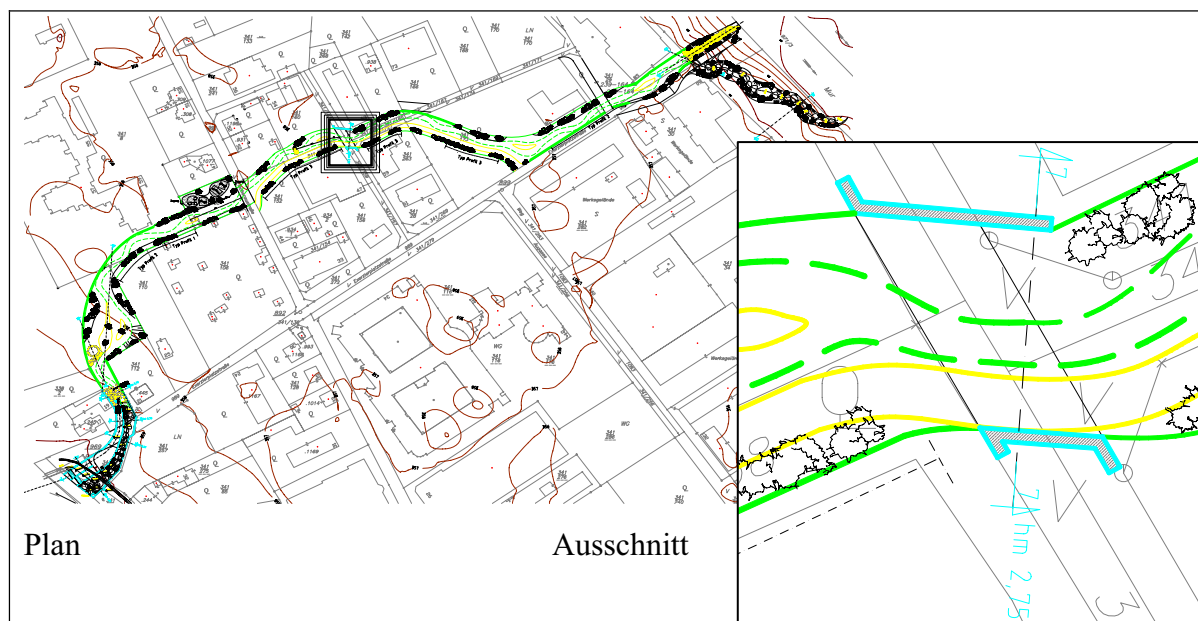
**Abbildung 4.20** Sohlschwelle

Um die notwendige Tiefe der Gerinnensohle zu schaffen ist 32 m vor der Radwegunterführung unter der Brücke 2 Exerzierplatzstraße eine Sohlschwelle vorgesehen.

Das Sohlgefälle beträgt vor und nach der Schwelle 5%. Durch diese Maßnahme wird auch eine Alternierung des Flussbetts erreicht. Die Schwelle besteht aus geschütteten Steinen, hat eine Höhe von 0,5 m und ist fischpassierbar.

### 4.1.8 Brücke 2 Exerzierplatzstraße

Stationierung: hm 2,75



**Abbildung 4.21** Brücke 2 Exerzierplatzstraße - Grundriss

Die Brücke 2 Exerzierplatzstraße ist die einzige, unter welcher einen Radweg verläuft. Nach Vorschriften beträgt die minimale Höhe für eine solche Unterführung 2,50 m.

Der Radweg soll sich bei Normalwasserdurchfluss über den Wasserstand befinden. Um diese Voraussetzung zu erfüllen, wird die Gerinnensohle durch eine stromauf liegende Sohlschwelle abgesenkt. Diese Maßnahme wird mit einer Anhebung der neu geplanten Brücke um 0,20 m kombiniert. Die Brückenplatte hat eine Stärke von 0,50 m. Zwischen dem Radweg und dem Gerinne ist ein Geländer vorgesehen.

Für diesen Gerinnenabschnitt wird Profiltyp 8 benutzt. Er ist näher im Kapitel 4.2.6 beschrieben und die Berechnungen sind im Anhang 8.1.5 enthalten.

## 4.1.9 Sohlrampe

Stationierung: hm 0 bis hm 0,33

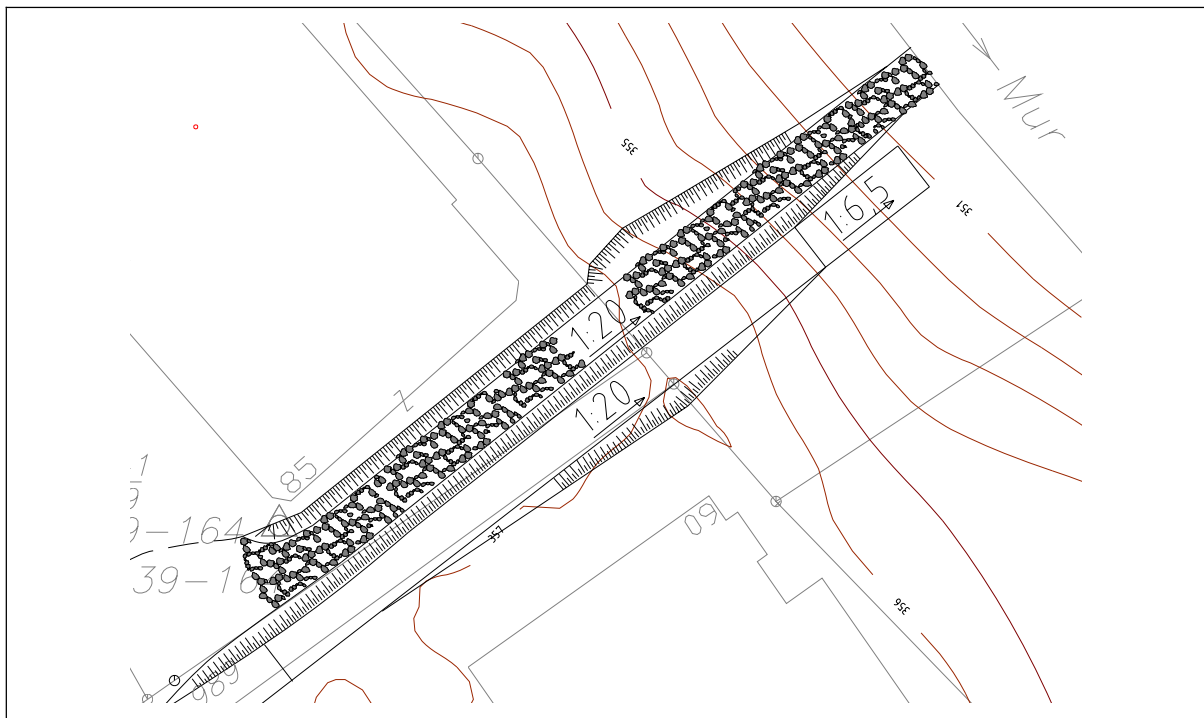
In der Variante 1 der durchgeführten Studie war das Konzept für eine fischpassierbare Sohlrampe eingeschlossen. Diese könnte auf zwei unterschiedliche Wege ausgeführt werden:

- Eine platzsparende Lösung ist ein im Gerinne eingebauter Tümpelpass. Dieser setzt jedoch ungünstig steile Gerinnenufer und erhebliche Erdmassenbewegungen voraus (siehe Abbildung 4.22).

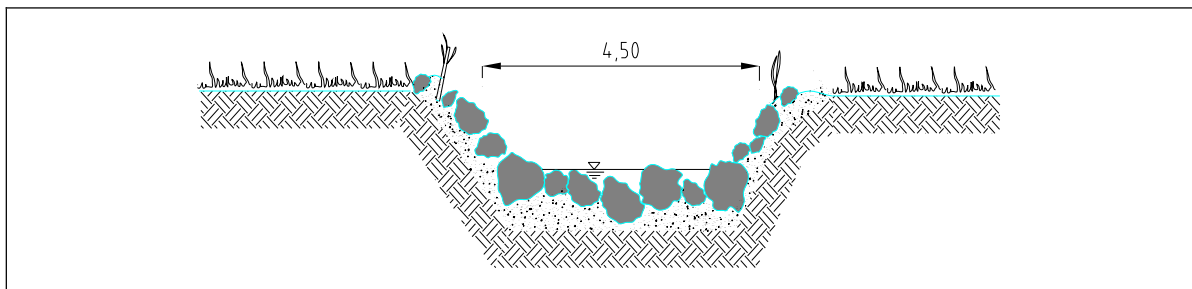


**Abbildung 4.22** Einmündung Mur - Tümpelpass im Gerinne (entfallen)

- Eine andere Lösung wäre eine Steinschüttrampe mit geringem Sohlgefälle (1:20), überwindbar für die wandernden Organismen. In diesem Fall kommt es zu einer Rampenlänge von 160 m und der im Vergleich größten Erdmassenbewegung (siehe Abbildung 4.23).



**Abbildung 4.23** Einmündung Mur -Fischpassierbare Sohlrampe (entfallen)



**Abbildung 4.14** Fischpassierbare Sohlrampe – Schnitt (entfallen)

- Die endgültige Entscheidung ist ein eigenen Fischaufstieg, der den Normalwasserdurchfluss abführen kann und eine steilere (1:10) Sohlrampe, die für den Hochwasserfall vorgesehen ist, (siehe Abbildung 4.25).





Abbildung 4.25 Sohlrampe

Die Rampensteine sind nach dem folgenden Stabilitätskriterium bemessen:

$$\text{Gl. 4.4} \quad q_{krit} = 0,257 \cdot \frac{\sqrt{g \cdot (s-1) \cdot D_{65}^3}}{J^{7/6}} ;$$

$$s = \rho_s / \rho_w$$

$$q_{krit} \dots\dots \text{kritischer spezifischer Abfluss} \left[ \frac{(m^3/s)}{m} \right]$$

$\rho_w$  ..... Dichte des Wassers [kg/m<sup>3</sup>]

$\rho_s$  .... Dichte der Steine [kg/m<sup>3</sup>]

$D_{65}$  .... stabiler Steindurchmesser (als Rauigkeitselement in Anlehnung an Stabilitätsuntersuchungen von Gerinnesohlen jener charakteristischen Korngröße (Steingröße) gleichgesetzt, die von 65 Gewichtsprozent einer Kornverteilung unterschritten wird.

$J$  ..... Neigung der Rampe

$g$  ..... Gravitationskonstante (9,81 m/s<sup>2</sup>)

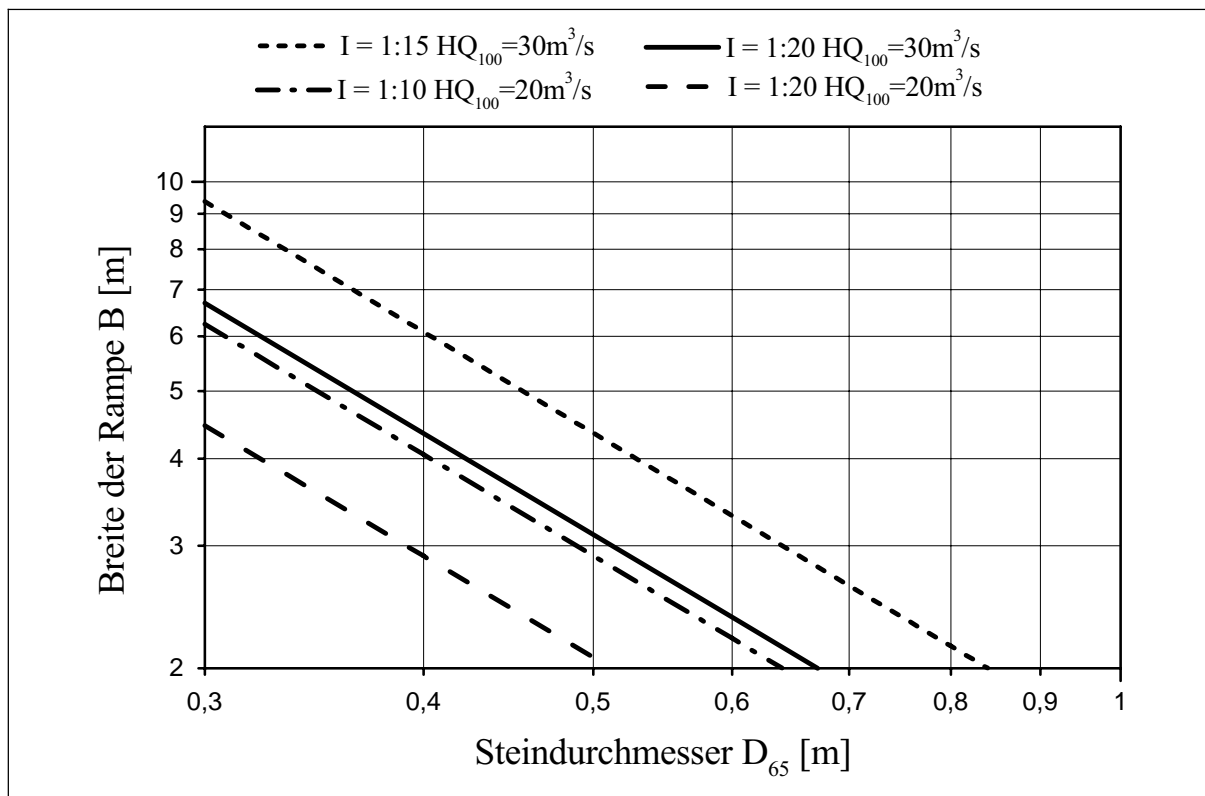
Ein Sicherheitszuschlag von 10 bis 20 % zum Abfluss wird empfohlen. Somit wird sich die maximal zulässige spezifische Belastung ergeben [HONSOWITZ, 2008]:

$$q_{zul} = (0,8 \text{ bis } 0,9) \cdot q_{krit}$$

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse für unterschiedliche Rampenbreiten, bei 4 Kombinationen von Rampenneigung (RN) und Steindurchmesser, gezeigt.

RN 1:20		RN 1:10		RN 1:20		RN 1:15	
Q=20m <sup>3</sup> /s		Q=20m <sup>3</sup> /s		Q=30m <sup>3</sup> /s		Q=30m <sup>3</sup> /s	
D <sub>65</sub>	B <sub>Rampe</sub>	D <sub>65</sub>	B <sub>Rampe</sub>	D <sub>65</sub>	B <sub>Rampe</sub>	D <sub>65</sub>	B <sub>Rampe</sub>
0,3	4,47	0,3	10,02	0,3	6,70	0,3	9,37
0,4	2,90	0,4	6,51	0,4	4,35	0,4	6,09
0,5	2,08	0,5	4,66	0,5	3,11	0,5	4,35
0,6	1,58	0,6	3,54	0,6	2,37	0,6	3,31
0,7	1,25	0,7	2,81	0,7	1,88	0,7	2,63
0,8	1,03	0,8	2,30	0,8	1,54	0,8	2,15
0,9	0,86	0,9	1,93	0,9	1,29	0,9	1,80
1	0,73	1	1,65	1	1,10	1	1,54
1,1	0,64	1,1	1,43	1,1	0,95	1,1	1,33
1,2	0,56	1,2	1,25	1,2	0,84	1,2	1,17

Die Ergebnisse sind in logarithmischem Maßstab in der folgenden Abbildung aufgetragen.



**Abbildung 4.26** Vergleich mögliche Steindurchmesser und Rampenbreite

Auf Grund der Berechnungen wird die Steinrampe mit einem Sohlgefälle von 1:10 eine Breite von 4,50 m und ein Steindurchmesser von 0,40 m genommen.

Für die Einmündungsrampe werden öffentliche Flächen in Anspruch genommen, die im Moment als Parkfläche gewidmet wird.

Die Rampengestaltung entspricht der Geometrie von Profiltyp 10 (siehe Kapitel 4.2.7)

#### 4.1.10 Fischwanderhilfe – Einmündung in die Mur

Stationierung: hm 0,00 bis hm 0,33



**Abbildung 4.27** Fischwanderhilfe – Einmündung in die Mur

Im Sinne der Projektoptimierung wurde entschieden, dass die fischpassierbare Einmündungsrampe, die in Variante 1 vorhanden war, durch eine Sohlrampe und einen getrennten Fischpass ersetzt wird. Dieser ist in der Form eines Tümpelpasses mit dem Profiltyp 11 geplant.

Der Höhenunterschied von 3,77 m wird mittels 27 Tümpel mit einer Höhendifferenz von 0,15 m überwunden. Der erste Tümpel hat den gleichen Wasserstand wie das Gerinne, um dadurch einen ständigen Fließzustand zu sichern. Die durchschnittliche Länge und Breite jedes Tümpels ist 4 m. Es ist ein Ausruhebecken mit einer Länge von 10 m geplant. Die gesamte Länge vom Tümpelpass beträgt 142m.

Der Durchfluss wird durch eine Tauchwand auf  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$  geregelt. Auch in einem Hochwasserfall darf er nicht erhöht werden. Für den Nachweis wurden Berechnungen aufgrund der Bernoulli-Gleichung für Ausfluss unter einem Schutz für zwei Schnitte vor und nach dem Schutz durchgeführt:

**Gl. 4.5**

$$Q = \frac{C_c}{\sqrt{1 + \frac{C_c \cdot a}{y_1}}} \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y_1}$$

$C_c$ : Schwindungskoeffizient, für einen vertikalen Schutz unter normale Ausflussbedingungen ist: 0,61

a: Öffnungshöhe, angenommen: 0,35 m

$y_1$ : Wassertiefe vor der Öffnung; Für größere Sicherheit wird 1,95 m angenommen.

b: Öffnungsbreite : 0,80 m

g: Erdbeschleunigung : 9,81 m/s<sup>2</sup>

$$Q = \frac{0,61}{\sqrt{1 + \frac{0,61 \cdot 0,35}{1,95}}} \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,95} = 1,00 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Zur Kontrolle wird das Ausfließen durch eine scharfkantige Tauchöffnung für 2 Schnitte, vor und nach dem Schutz, durchgeführt:

**Gl. 4.6**  $Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta H}$ 

$\mu$ : Wasserdurchflusskoeffizient : 0,62

$\omega$ : Öffnungsfläche 0,28 m<sup>2</sup> bei angenommener Öffnungshöhe von 0,35 m und Öffnungsbreite von 0,80 m

$\Delta H$ : Höhenunterschied zwischen den Wasserständen im Gerinne und im Tümpelpass

g: Erdbeschleunigung : 9,81 m/s<sup>2</sup>

$$Q = 0,62 \cdot 0,28 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,15} = 0,82 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Aufgrund der obigen Gleichungen kann man behaupten, dass auch bei einem Hochwasserereignis der Wasserdurchfluss durch den Tümpelpass sich nicht stark erhöhen wird.

Für den Tümpelpass wird öffentliche Fläche in Anspruch genommen, die im Moment als Parkfläche gewidmet ist.

Nach jedem Murhochwasser ist eine Spülung des Tümpelpasses vorgesehen.

## 4.2 Gerinnelauf

Das Entlastungsgerinne wird, wie bei der Variante 1 der durchgeführten Studie, in Profiltypen geteilt. Die vorhandenen 3 Profiltypen sind Entwurfsgrundlage für alle weiteren Profile.

Diese erstrecken sich über den vorwiegenden Teil des Entlastungsgerinnes, der restliche Teil besteht aus Übergangsstrecken zwischen den Profiltypen, oder hat einen eigenen Querschnitt.

Grundsätzlich soll das Gerinne eine naturähnliche Form haben, deswegen sind an mehrere Stellen Kiesbänke und -inseln in und neben dem Flussbett vorgesehen. Diese haben eine wichtige ökologische Rolle bei der Alternierung des Flussbetts und werden nach jedem Hochwasserereignis bewegt und umgeformt, somit wird das Sohlensubstrat bereichert. Die Kiesformationen haben auch eine gestalterische Funktion und tragen zu dem naturnahen Charakter des Entlastungsbauwerks bei.

Bei jeder Krümmung ist auf der Anprallseite ein trockenes Steinmauerwerk als Ufersicherung vorgesehen.

### 4.2.1 Profiltyp 4 Einlaufbauwerk, verdolte Strecke

Länge 23 m

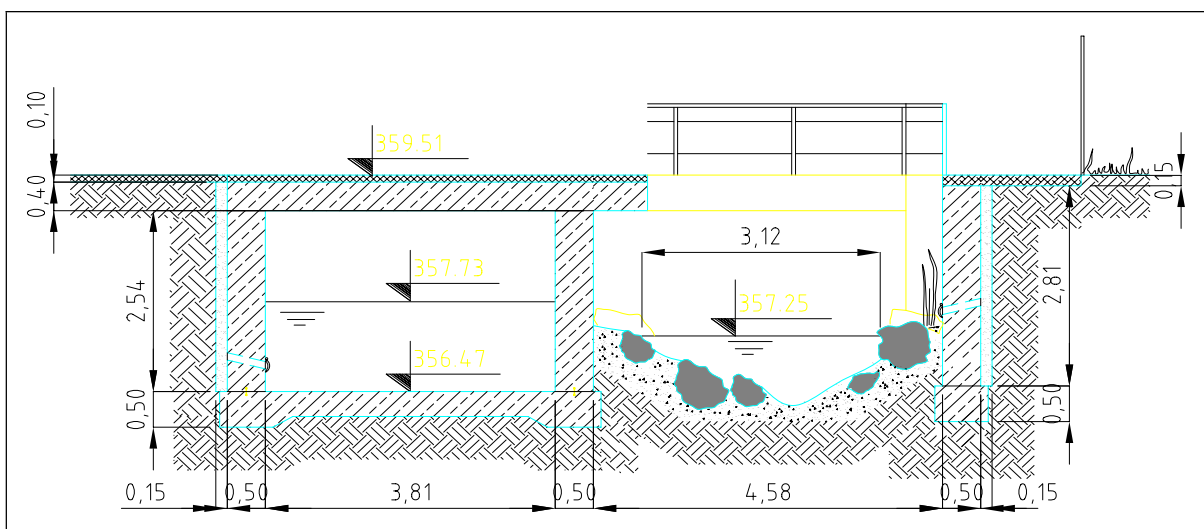


Abbildung 4.2.1 Profiltyp 4

Die Strecke mit Profiltyp 4 befindet sich in der Krümmung nach der Schussrinne im Einlaufbauwerk. Der Krümmungseinfluss wurde in der im Kapitel 4.1.1 beschriebenen Berechnung nicht berücksichtigt. Mit der Durchführung einer 2-D Untersuchung oder eines

Modells wäre es möglich eventuell auf die Abdeckungskonstruktion über einen Teil der Strecke zu verzichten. Bei diesem Projekt ist sie jedoch vorhanden.

Die Fliestiefe ist für dieses Profil nach der de Chézy Gleichung (siehe Anhang 8.1.5) und mit der Hilfe von HEC-RAS (siehe Kapitel 4.1.1.) berechnet. Die Abweichung der Ergebnisse ist ca. 10%, was für die Projektzwecke genügend ist. Der Freibord in diesem Abschnitt ist größer als 0,5 m.

#### 4.2.2 Profiltyp 5 Befestigte Strecke

Länge 8 m

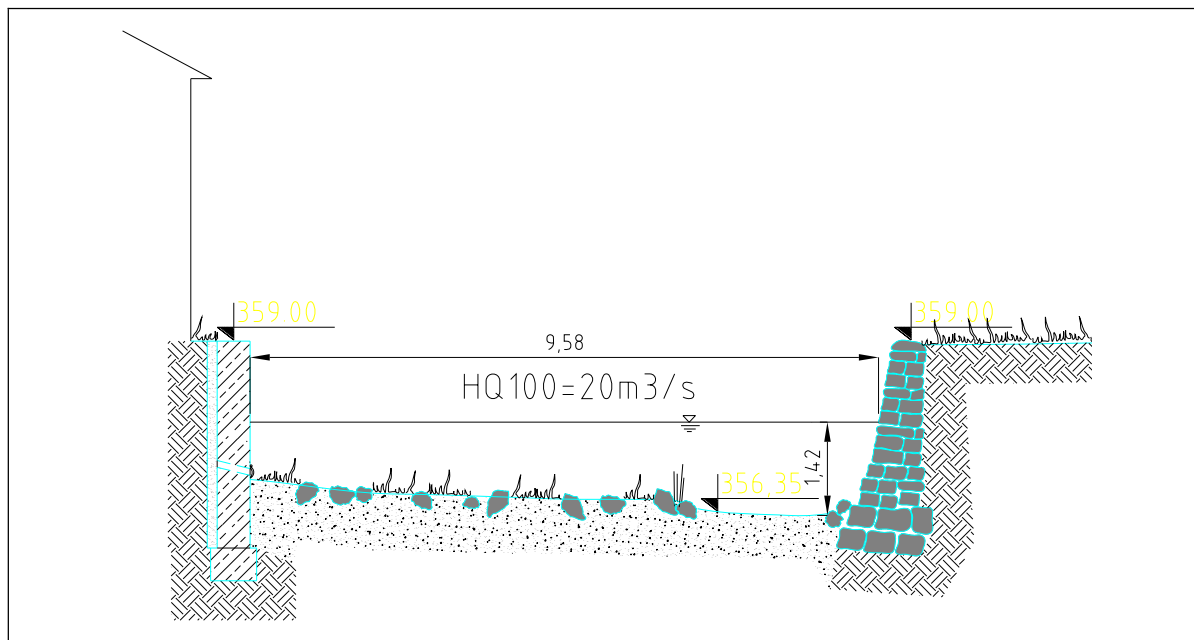


Abbildung 4.2.2 Profiltyp 5

Die durchgeführten hydraulischen Berechnungen haben bewiesen, dass nach der verdolten Einlaufbauwerkstrecke eine Energieumwandlung stattfinden würde (siehe Kapitel 4.1.1.). Im Kapitel 4.1.3. sind die Kalkulationen zur Bestimmung des minimalen Steindurchmessers enthalten. Die Abschnittslänge von 8 m ist durch die Betonstützmauer auf der linken Seite begrenzt. In der vorlaufenden Strecke mit Länge 6,3 m, zwischen Profiltyp 4 und Profiltyp 5, ist die Gerinnegestaltung ähnlich mit dem Unterschied, dass der Querschnitt beidseitig mit Betonwänden begrenzt ist.

Wasserspiegelberechnungen wurden für dieses Profil mit 3 Berechnungsverfahren durchgeführt. Die im Kapitel 3.1.1. beschriebene de Chézy Gleichung ergibt 1,42 m Fliestiefe bei  $HQ_{100}=20\text{m}^3/\text{s}$  (siehe Anhang 8.1.5). Nach dem von Bolrich [BOLRICH 1996] beschriebenen Berechnungsverfahren bildet sich eine Tiefe von 1,49 vor dem Wechselsprung



(Berechnungsrichtung stromaufwärts, siehe Tabelle 4.1 im Kapitel 4.1.1.4). Nach der Spiegellinienberechnung mit HEC-RAS, beträgt die erste konjugierte Tiefe des Wechselsprunges, 0,72 m (mit dieser sind die Berechnungen für den minimalen Steindurchmesser durchgeführt) (siehe Tabelle 4.2). Eine Spiegellinienberechnung entspricht am besten den zu erwartenden tatsächlichen Verhältnissen.

### 4.2.3 Profiltyp 6 Stützmauer

Gesamte Länge 97 m

Der Profiltyp 6 wurde für einen Krümmungsabschnitt entworfen. Dieser wird auch für einen geraden Abschnitt, mit beschränkter Breite, entlang der Exerzierplatzstrasse benutzt. Die Stützmauer hat eine geringe Rauigkeit die es ermöglicht, dass die Bemessungswassermenge bei einer Querschnittbreite von 12 m durchfließt. Diese Breite ist auch die kleinste Breite aller Profiltypen. Ein trockenes Steinmauerwerk wurde gewählt, weil dadurch Vernetzungsmöglichkeiten zwischen Wasserkörper und Boden geschaffen werden und dadurch keine Hindernisse für die Organismen entstehen.

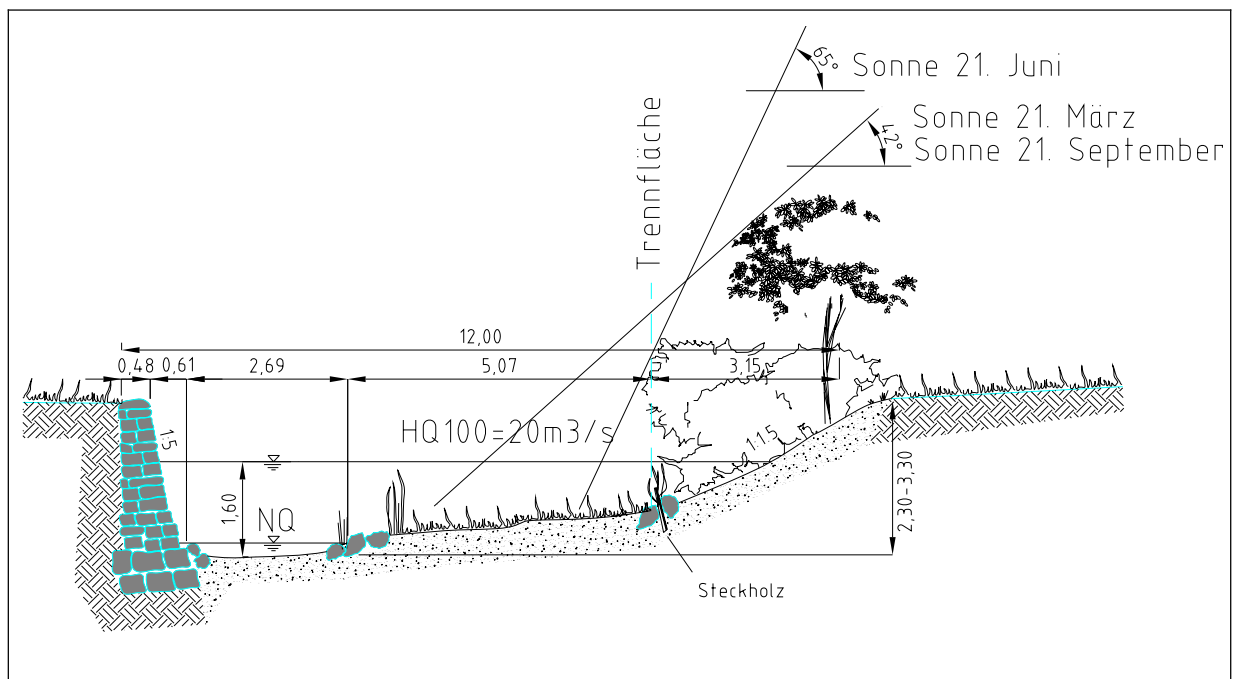
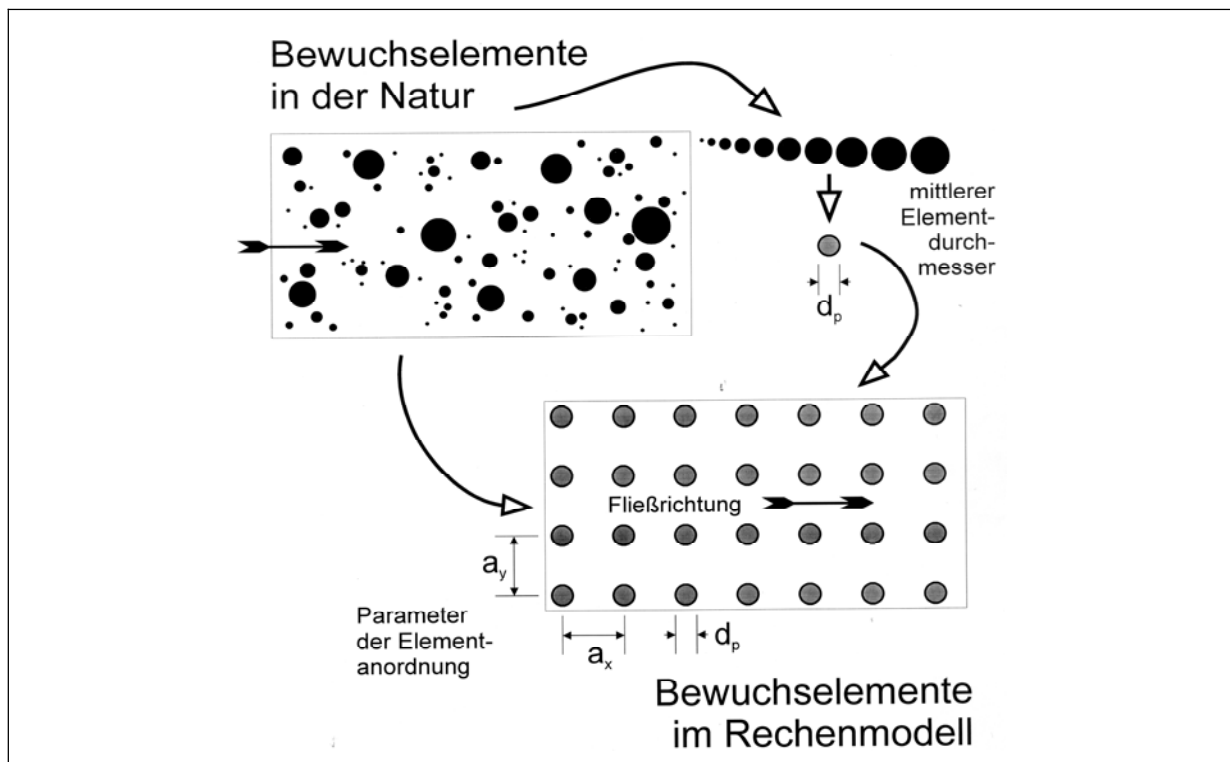


Abbildung 4.2.3 Profiltyp 6

Für die Wasserspiegelkalkulation wurde das Berechnungsverfahren von Mertens benutzt. Es wurden Trennflächen eingeführt ( $T_1$  und  $T_r$ ), die das bewuchsfreie Hauptgerinne und die bewachsene Teile des Querschnittes gliedern. Für die Abflussberechnung werden die Sohlen- und Trennflächenrauheiten bestimmt.





**Abbildung 4.2.5** Übersetzung von natürlichen Bewuchsstrukturen in ein Ersatzstabmodell mit gemittelten geometrischen Anordnungsparametern (aus Schöberl, zit. in [CAYUELA, 2005])

Die Fließgeschwindigkeit  $v$  im Hauptgerinne wird nach den folgenden Formeln berechnet:

Eingabedaten: $A_F, J, k_{s,i}, l_i$							
Schätzwert: $v$							
Iteration bis zum Endkriterium $\left  1 - \frac{A_F}{\sum A_i} \right  \leq \varepsilon$							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Berechnung der Teilflächen <math>A_i</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Schätzwert: <math>R_{hy,i}=1 \text{ m}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Iteration bis zum Endkriterium <math>\left  1 - \frac{R'_{hy,i}}{R_{hy,i}} \right  \leq \varepsilon</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <math display="block">R'_{hy,i} = \left[ -2,035 \cdot \log \frac{k_{s,i}}{R_{hy,i} \cdot f \cdot 14,84} \right]^{-2} \frac{v^2}{8 \cdot g \cdot J}</math> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <math display="block">\text{neu } R_{hy,i} := \frac{\text{alt } R_{hy,i} + R'_{hy,i}}{2}</math> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <math display="block">A_i = R_{hy,i} \cdot l_i</math> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <math display="block">\text{neu } v = \text{alt } v \cdot A_F / \sum A_i</math> </td> </tr> </table>	Berechnung der Teilflächen $A_i$	Schätzwert: $R_{hy,i}=1 \text{ m}$	Iteration bis zum Endkriterium $\left  1 - \frac{R'_{hy,i}}{R_{hy,i}} \right  \leq \varepsilon$	$R'_{hy,i} = \left[ -2,035 \cdot \log \frac{k_{s,i}}{R_{hy,i} \cdot f \cdot 14,84} \right]^{-2} \frac{v^2}{8 \cdot g \cdot J}$	$\text{neu } R_{hy,i} := \frac{\text{alt } R_{hy,i} + R'_{hy,i}}{2}$	$A_i = R_{hy,i} \cdot l_i$	$\text{neu } v = \text{alt } v \cdot A_F / \sum A_i$
Berechnung der Teilflächen $A_i$							
Schätzwert: $R_{hy,i}=1 \text{ m}$							
Iteration bis zum Endkriterium $\left  1 - \frac{R'_{hy,i}}{R_{hy,i}} \right  \leq \varepsilon$							
$R'_{hy,i} = \left[ -2,035 \cdot \log \frac{k_{s,i}}{R_{hy,i} \cdot f \cdot 14,84} \right]^{-2} \frac{v^2}{8 \cdot g \cdot J}$							
$\text{neu } R_{hy,i} := \frac{\text{alt } R_{hy,i} + R'_{hy,i}}{2}$							
$A_i = R_{hy,i} \cdot l_i$							
$\text{neu } v = \text{alt } v \cdot A_F / \sum A_i$							
Ausgabe: $v, Q = v \cdot A_F$							

Die Berechnungstabellen sind im Anhang 8.1.5 enthalten. Für die Berechnungszwecke ist der oben dargestellte Flussquerschnitt vereinfacht.

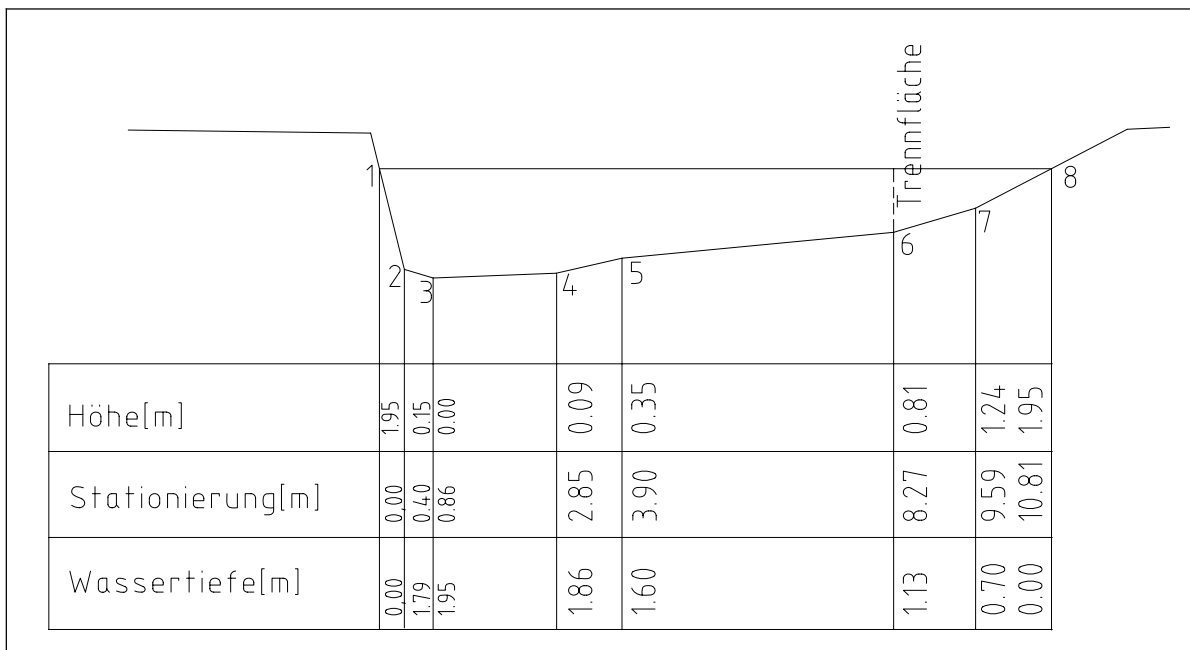
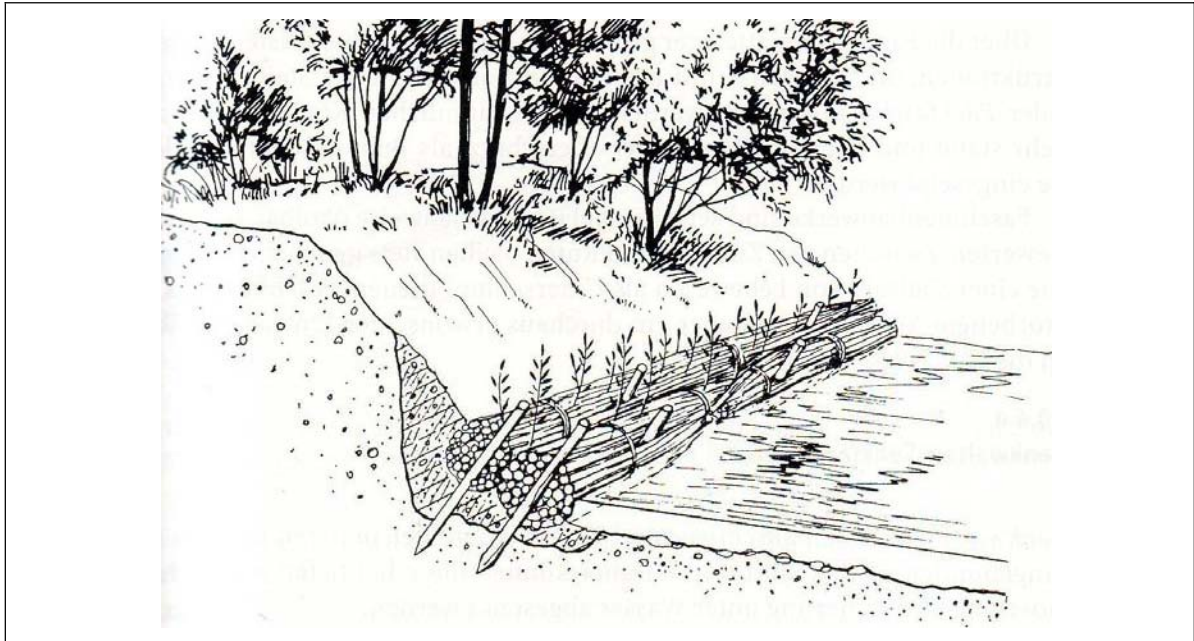


Abbildung 4.2.6 Kalkulationsvorlage Zeichnung

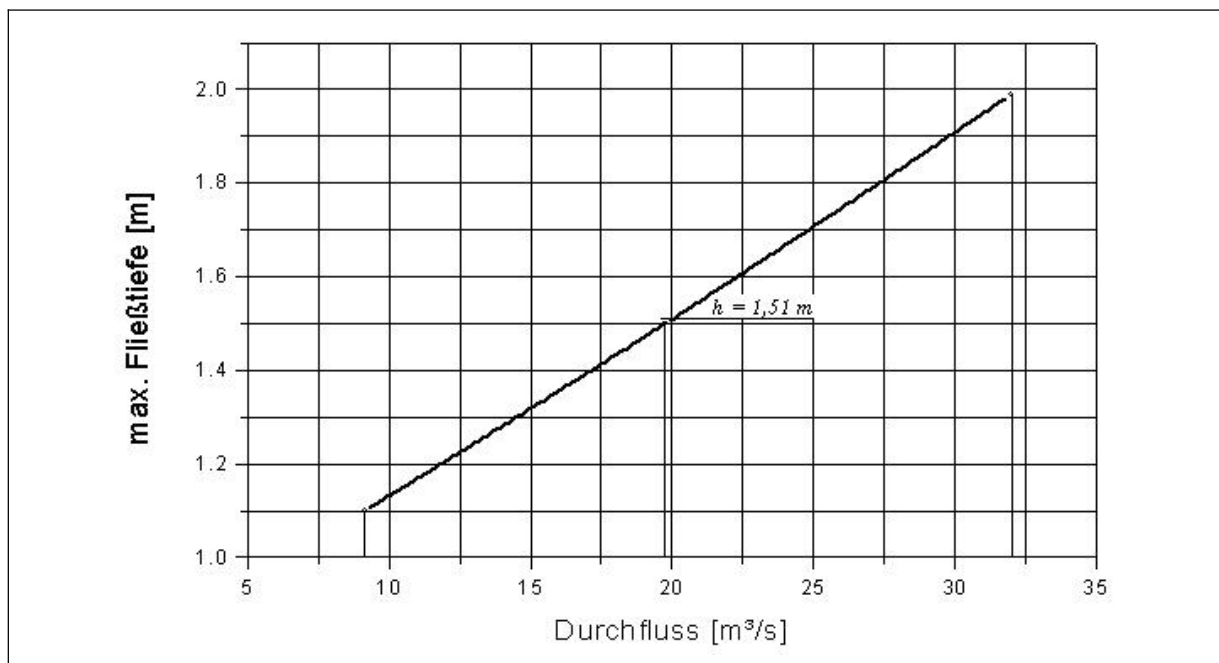


Der Profiltyp 7 ist für eine geradlinige Strecke entworfen. Die Uferböschungen sind mit Neigung 1:1,5 vorgesehen, zur Böschungssicherung werden Faschinenbündel eingesetzt ( siehe Abbildung 4.2.9 ).



**Abbildung 4.2.9** Faschinenbündel als Böschungfußsicherung [ PATT et.al 2004 ]

Die für Profiltyp 7 bestimmte Fließtiefe beträgt 1,51 m, diese ermöglicht einen ausreichenden Freibord von 1 m.



**Abbildung 4.2.10** Bestimmung der mittlere Tiefe im Profiltyp 7

## 4.2.5 Profiltyp 8 Radweg

Gesamte Länge 132 m

Um eines der wichtigen Ziele des Sachprogramm Grazer Bäche zu erfüllen (siehe Kapitel 1), die Naherholungsfunktion des Gewässers zu verbessern, wird in einem Teil des Entlastungsgerinnes ein Radweg geplant und zwar in dem Profiltyp mit der größten Gerinnenlänge.

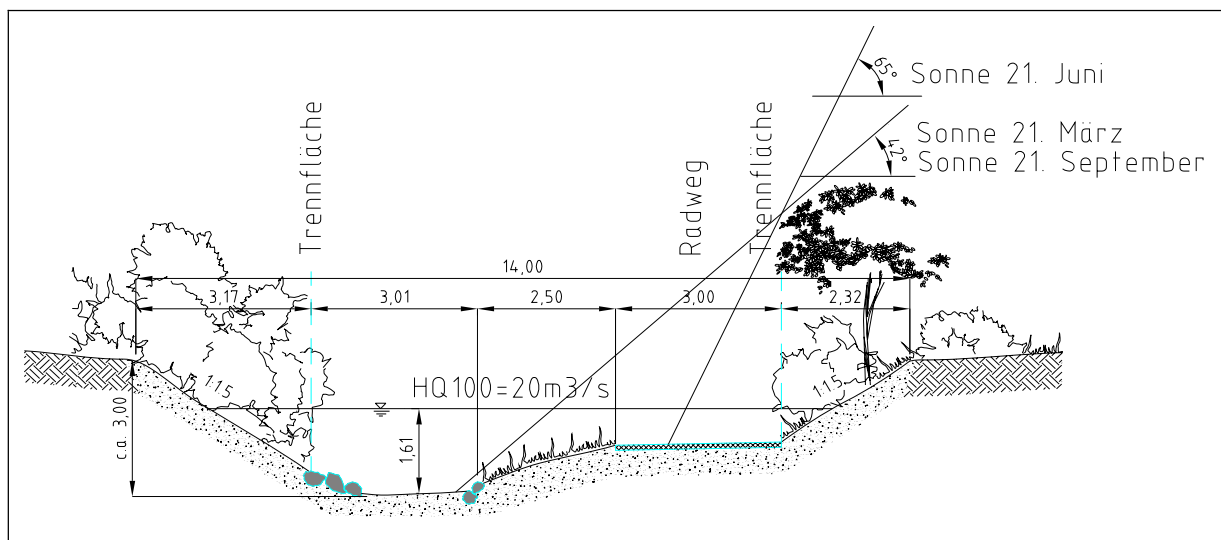


Abbildung 4.2.11 Profiltyp 8

Aus hydraulischer Sicht hat der Asphaltbeleg des Radwegs eine geringe Rauigkeit, was der Durchflusskapazität des Querschnittes erhöht. Die Fliesstiefe beträgt 1,61 m, was einen genügenden Freibord zur Verfügung stellt.



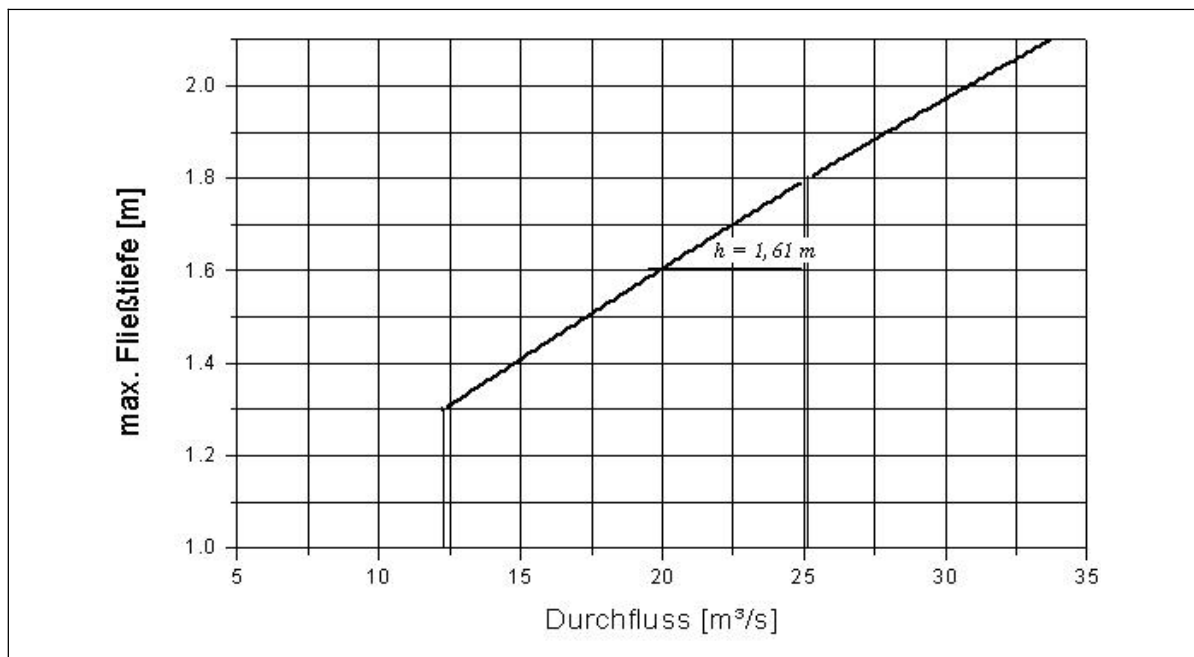


Abbildung 4.2.12 Bestimmung der mittlere Tiefe im Profiltyp 8

#### 4.2.6 Profiltyp 9 Brücke

Länge 7 m

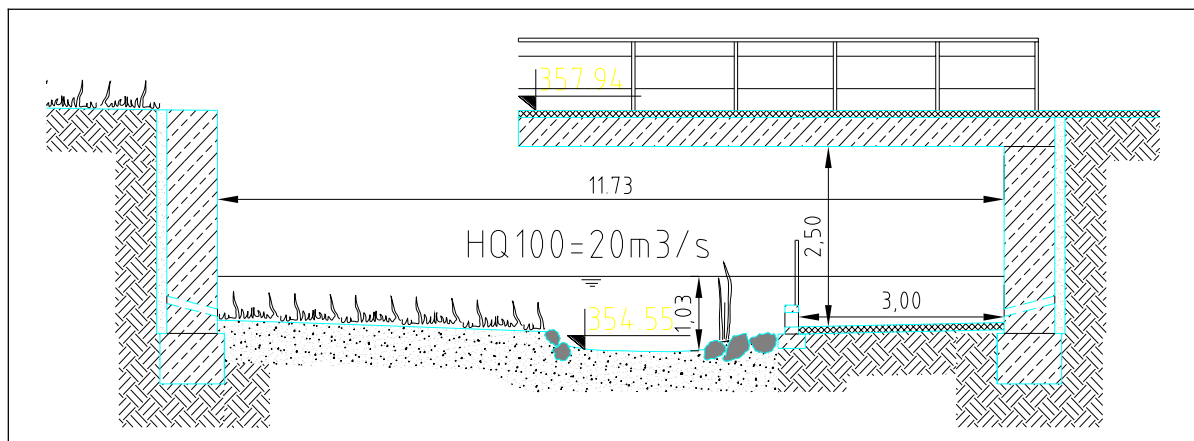


Abbildung 4.2.13 Profiltyp 9

Unter der Brücke ist keine wesentliche Bepflanzung vorgesehen. Die kleine Rauigkeit der Betonwände und des Asphaltbelegs des Radweges ermöglicht das Durchfließen der Bemessungswassermenge bei einem niedrigen Wasserstand. Zur Reduktion des horizontalen Wasserdrucks hinter den Betonwänden wird eine 0,15 m starke Drainageschicht und Drainageöffnungen mit Rückschlagklappen vorgesehen.

### 4.2.7 Profiltyp 10 Sohlrampe

Länge 39 m

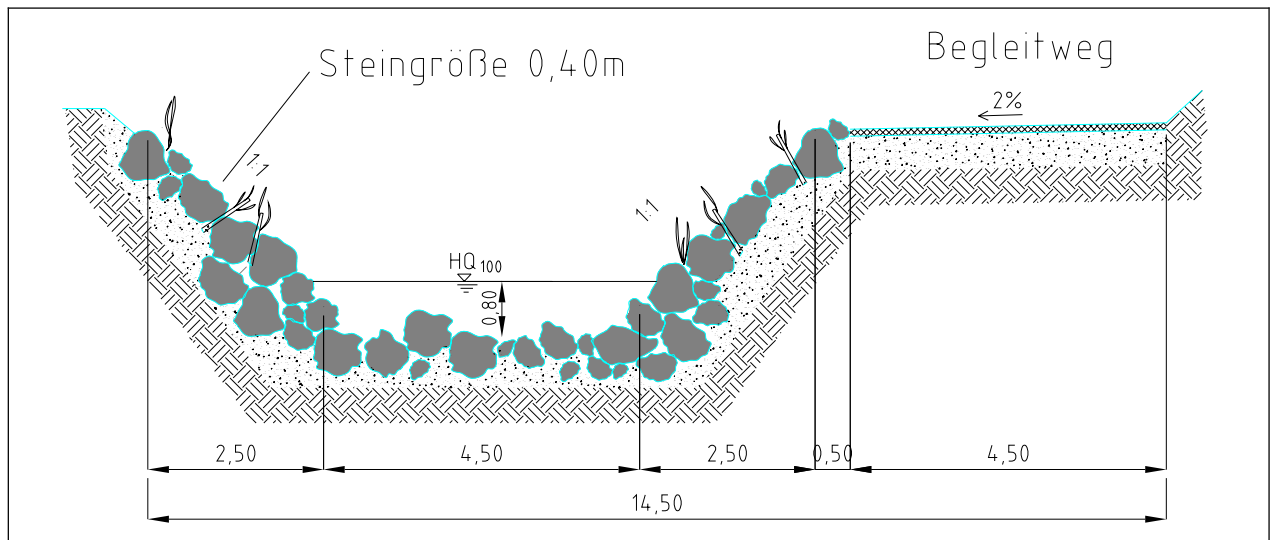


Abbildung 4.2.14 Profiltyp 10

Die Profiltypen 10 und 11 befinden sich im hochwassergefährdeten Bereich des Murflussbettes. Daher ist eine Befestigung notwendig und eine Spülung nach jedem größeren Muroberflächenhochwasserereignis vorgesehen.

Die Rampensteine sind mit einem größten Durchmesser von 0,50 m nach der durchgeführten Bemessung im Kapitel 4.1.10 vorgesehen.

Es ist ein Begleitweg mit einer Neigung von 1:10 (angepasst an der Gerinnenneigung) und 1:6 (angepasst an der Terrainneigung) für Durchführung von Renovierungs- und Aufräumarbeiten vorgesehen. Steckhölzer werden für Befestigungs- und Gestaltungszwecke nur auf den Böschungen eingesetzt.

### 4.2.8 Profiltyp 11 Fischpass

Gesamte Länge 173 m

Für die beiden Fischeaufstiegshilfen wird der Profiltyp 11 angewendet. Nähere Information über diesen Profiltyp befindet sich in den Kapiteln 4.1.2.3. und 4.1.10.

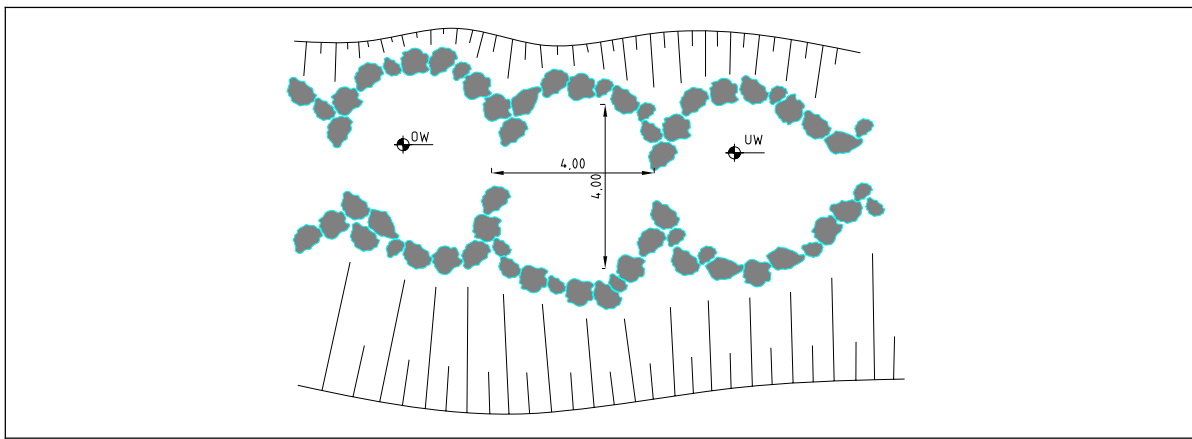


Abbildung 4.2.15 Profiltyp 11

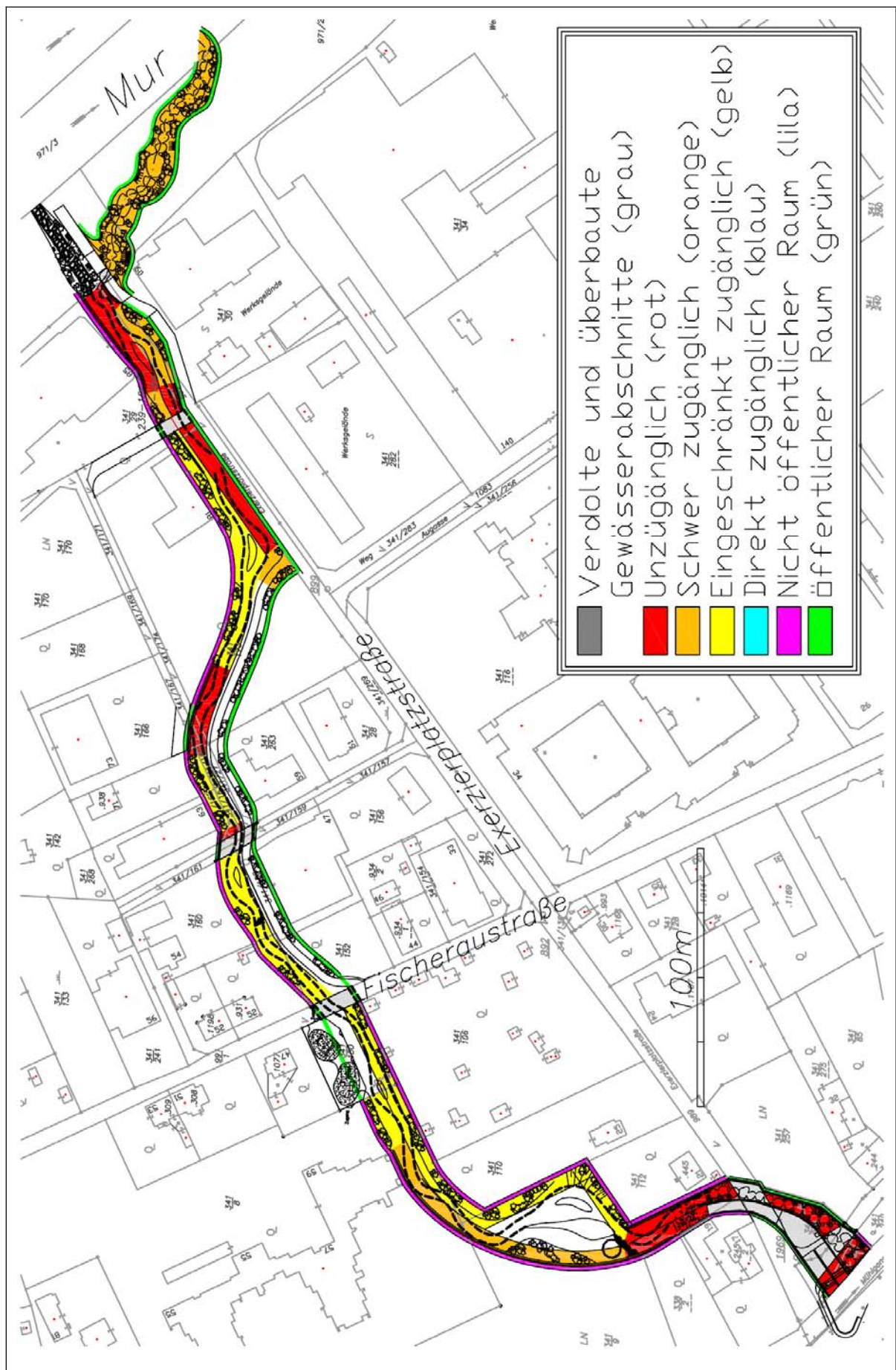
### 4.3 Gegenüberstellung Variante 1 und Entlastungsgerinne Thalerbach

In der folgenden Tabelle wird eine Gegenüberstellung zwischen der in der Variantenstudie ausgewählte Variante 1 und der optimierten Lösung für das Entlastungsgerinne Thalerbach dargestellt. Es sind die gleichen Kriterien wie in der Tabelle 3.2 berücksichtigt.

Aus den Ergebnissen folgt, dass die im Sachprogramm Grazer Bäche und Grünes Netz Graz gesetzte Zielen und Grundsätze erreicht werden. Die Uferzugänglichkeit ist wesentlich erhöht und die früher bestehende Ausuferungsgefahr beseitigt.

No		Variante 1		Entlastungsgerinne Thalerbach	
<b>1</b>	<b>Trasse</b>				
	Länge	610 m		610 m	
	Verdolte Strecke	keine		keine	
	Naturnahe Strecke	610 m		610 m	
	Trassenknicke	0		0	
<b>2</b>	<b>Flächeninanspruchname (siehe Skizzen)</b>	[lfm]	[%]	[lfm]	[%]
	Wohngebiet (für Variante 4 Landwirtschaftlich genutzte Fläche)	211	35	211	35
	Strassen	80	13	80	13
	Gewerbegebiet	281	46	281	46
	Öff. Parkgebiet	37	6	37	6
<b>3</b>	<b>Eigentumsverhältnisse des Ufers (siehe Skizzen)</b>	[lfm]		[lfm]	
	Nicht öffentlicher Raum (lila)	431		180	
	Öffentlicher Raum (grün)	186		505	
<b>4</b>	<b>Uferzugänglichkeit (siehe Skizzen)</b>	[lfm]		[lfm]	
	Verdolte und überbaute Gewässerabschnitte (grau)	39		43	
	Unzugänglich (rot)	59		93	
	Schwer zugänglich (orange)	208		152	
	Eingeschränkt zugänglich (gelb)	305		188	
	Direkt zugänglich (blau)	-		173	
<b>5</b>	<b>Naherholungsfunktion</b>	Möglichkeit zur Legung von Radwege		*Begleitweg beim Einlauf mit Länge 36 m *Spiel- und Erholungsraum *Radweg mit Länge von 184 m	
<b>6</b>	<b>Konfliktsituation Abwasserkanal</b>	Punktuell 2 Stellen		*Punktuell 1 Stelle *Umbau von den Sammelkanal auf eine Länge von 12,5 m	
<b>7</b>	<b>Rückstau bei Murhochwasser</b>	244 m		299 m	
<b>8</b>	<b>Organismendurchgängigkeit</b>	vorhanden  * Fischpass im Einlaufbauwerk * Einmündung - passierbare Steinschüttsohlrampe		vorhanden  *2 Tümpelpasse *Profilerweiterung und Gerinneverflachung *Sohlenschwelle	
<b>10</b>	<b>Feststoffdurchgängigkeit</b>	möglich		möglich	
<b>11</b>	<b>Sonstige bautechnische Probleme</b>	*Große Massenbewegung durch Erdarbeiten *Nicht genügend Freibord auf eine Länge von 342 m *Verlieren der Strassenerschließung von einem landwirtschaftlich genutzten Grundstück		*Große Massenbewegung durch Erdarbeiten *Verlieren der Strassenerschließung von einem landwirtschaftlich genutzten Grundstück	
	Bedarf an neuen Brücken	6		5	
	Verkehrsunterbrechung	4 Kreuzungsstellen		4 Kreuzungsstellen	

**Tabelle 4.3** Variante 1 und „Entlastungsgerinne Thalerbach“ Gegenüberstellung (siehe Abbildungen 3.40 und Abbildung 4.3.1)



**Abbildung 4.3.1** Beurteilung der Eigentumsverhältnisse des Ufers und der Uferzugänglichkeit des Entlastungsgerinnes Thalerbach

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Aufgabe dieser Diplomarbeit war primär der Entwurf für den Hochwasserschutz im Siedlungsgebiet Gösting der Stadt Graz (Thalerbach Unterlauf). Die ökologische Aufwertung des Fließgewässer-Lebensraumes und eine Verbesserung der Naherholungsfunktion ist das Ziel.

Die vier Varianten, die in der Studie untersucht wurden, unterscheiden sich in der Linienführung, der Konstruktion und den ökologischen Auswirkungen. Es wurden zwei rein technische Hochwasserentlastungsbauwerke vorgeschlagen:

- Variante 2 – „Verdolttes Kanalbauwerk“, als Folge von früheren Studien und vorhandenen Ideen für geradlinige Trassen entworfen.
- Variante 3 – „Eingegrabene Rohrleitung“, als alternative technische Lösung vorgeschlagen.

Bezogen auf den oben genannten Zielen wurden beide Lösungen ausgeschieden. Die anderen beiden Varianten erfüllen zusätzlich die ökologische Erfordernisse:

- Variante 4 – „Verdolttes Kanalbauwerk und Restrukturierung des Aubachgerinnes“ hat eine relativ große Länge und einen verdolten Abschnitt und wurde ausgeschieden.
- Variante 1 – „Naturnahes Gerinne“ entspricht in unterschiedlichem Maße allen Kriterien und wurde deswegen für die weitere Entwurfsphase gewählt.

Die Optimierung der gewählten Variante 1 hat das Ziel die Grundsätze des „Sachprogrammes Grazer Bäche“ und „Grünes Netz Graz“ im Entwurf zu berücksichtigen. Obwohl einzelne Bauwerken (Steuerungen und Durchlässe) im dicht besiedelten Raum liegen, wurde dennoch auf die Erhaltung bzw. Erreichung der ökologischen Funktionsfähigkeit des gesamten Gerinnes besonderen Wert gelegt. Mit den zwei Fischaufstiegshilfen (am Einlauf und bei der Mündung in die Mur) wird die nach die EU-WRRL die Organismendurchgängigkeit permanent gewährleistet. Zusätzlich wurde mit Rücksicht auf den städtischen Siedlungscharakter auf die Möglichkeit zur Naherholung (einschließlich einen Spielraum) sowie die Anbindung eines uferbegleitendes Radweges an das öffentliche Strassennetz.

Diese Diplomarbeit kann als eine Grundlage für weitere Planungstätigkeiten im betrachteten Gebiet dienen.

Im entworfenen Entlastungsgerinne besteht die Möglichkeit für den Einbau zusätzlicher Begleitwege. Dadurch kann eine öffentliche Zugänglichkeit der attraktiven Gerinneverzweigung gewährleistet werden (siehe Kapitel 4.1.4.).

Durch die offene Gerinnensohle des geplanten Entlastungsgerinnes kann es zu einer Grundwasserspiegelveränderung in einem Gebiet kommen, da dort früher kein fließendes Gewässer vorhanden war. Diese Änderung wird jedoch in einem normalen, in der Natur vorkommenden Ausmaß sein. Es kann auch angemerkt werden, dass nur wenige Gebäude in unmittelbarer Umgebung des Gerinnes Untergeschosse haben. Eine genaue Dokumentation darüber sowie Begleitmaßnahmen zur Regelung des Grundwasserhaushaltes wären einer weiterführenden Untersuchung zuzuführen.

Unabhängig von den entworfenen Ausführungsvariante sollte zusätzlich die Restrukturierung des weiterhin dotierten Aubaches (wie in der Variante 4 beschrieben) von der Kreuzung Schippingerstraße / Zanklstraße stromab bis zur Mündung in die Mur vorgenommen werden. Ein die Aubachrestrukturierung begleitende Radweg, sowie der Anschluss über die zwei Kleingartenanlagen und einen Sportplatz verbindende Fischeraustraße, an den Thalerbach-Radweg der Variante 1 und eine Anbindung an den Uferweg der Mur und der Kalvarienberg, würde ein attraktiven Rad-Runderoute im Sinne des „Grünzuges Gösting“ (siehe Kapitel 3.1.5.) bieten. Die Ausarbeitung wäre ebenso in einer weiteren Studie zu behandeln.



## 6 Literaturverzeichnis

1. BOLRICH Gerhard 1996  
Technische Hydromechanik Band 1 Grundlagen / 4., durchgesehene Auflage,1996;  
Verlag für Bauwesen - Berlin und München;  
ISBN 3-345-00608-1
2. BUNDESMINISTERIUM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft Sektion Wasser 2006  
Bericht Hochwasser 2005; Herausg. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft Sektion Wasser 2006
3. CAYUELA-LOPEZ Manuel 2005  
Empfindlichkeit von Kalkulationsmethoden in naturnahen Gewässerquerschnitten –  
Diplomarbeit, Polytechnische Universität Valencia (Spanien), 2005
4. DUM T.,KNOBLAUCH H.,MEDVED N.,STRANNER H. 1992  
Hochwasserrückhalteanlagen in der Steiermark Band II; Steiermärkische Landesdruckerei 1992
5. DVWK 1991 (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau)  
Merkblatt zur Wasserwirtschaft 220/191 – Hydraulische Berechnung von Fließgewässern  
Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1991
6. HABERSACK Helmut; KRAPESCH Gerald 2006  
Hochwasser 2005 – Ereignisdokumentation ; Herausg. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft Sektion Wasser 2006
7. HONSOWITZ Hubert 2006  
Flussmorphologie und Flusskorektionen; Studienblätter 2006
8. INGENIEURGEMEINSCHAFT BILEK + KIRSCHNER ( IGBK ) 2006  
Studie 2006 Hochwasserschutz
9. KAISER Oliver, SCHÜLE Franziska 2004  
Bewertung städtischer Fließgewässer. - Wasserwirtschaft, 4/2004, 20-26.
10. LENCASTRE Armando 1987  
Handbook of Hydraulic Engineering ; Ellis Horwood Limited 1987  
ISBN 0-7458-0095-5
11. MARINOV Emil 2003  
Hydraulics ; Herausg. Universität für Architelur, Bauwesen und Geodäsie Sofia 2003
12. MARINOV Emil, KAZAKOV Bogdan, MARADJIEVA Mariana, MINKOV Ivan  
Hydraulik ; Herausg. Universität für Architelur, Bauwesen und Geodäsie Sofia 2003  
ISBN 954-724-0223-4
13. PATT Heinz, JÜRGING Peter, KRAUS Werner 2004  
Naturnaher Wasserbau ; Springer-Verlag Berlin,Heidelberg, 2.Auflage, 2004

- ISBN 3-540-20095-9
14. PETSCHALLIES Gerhard 1989  
Entwerfen und Berechnen in Wasserbau und Wasserwirtschaft ; Bauverlag GmbH,  
Wiesbaden und Berlin 1989  
ISBN 3-7625-2687-7
15. PRESS Heinrich 1959  
Wehre ; Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn 1959
16. PRESS Heinrich, SCHRÖDER Ralph 1966  
Hydromechanik im Wasserbau ; Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn Berlin München  
1966
17. RADHUBER CONSULTING 2005  
Beschreibung Stahlwasserbau KW Trattlerhof, bei Bad Kleinkirchheim, Kärnten  
[http://www.radhuber.com/stwb\\_trattler.htm](http://www.radhuber.com/stwb_trattler.htm)
18. STADTBAUDIREKTION Graz 2006  
Grünes Netz Graz – Broschüre ; stadmland Wien 2006  
[http://gis.graz.at/cms/dokumente/10071750\\_1515118/46e8462a/GRAZ\\_Broschuere\\_Gruenes\\_Netz.pdf](http://gis.graz.at/cms/dokumente/10071750_1515118/46e8462a/GRAZ_Broschuere_Gruenes_Netz.pdf)
19. THURNER Gerhard 1979  
Aus Wiener Mitteilungen ; Herausg. Technische Universität Wien 1979
20. UMWELT-BILDUNGS-ZENTRUM Steiermark 2007  
4. Grazer Bäche – Enquete / Die Wasserzeitschrift der Steiermark Heft , 2.1 / 2007 ;  
Dorrong, Graz 2007

## 7 Pläne Verzeichnis

Nr	Pläne Variantenstudie	Maßstab
1	Trassen von Varianten 1,2,3 und 4	1:1000
2	Längsschnitt Variante 1 - Naturnahes Gerinne	1:100/1:1000
3	Längsschnitt Variante 2 - Verdoltes Kanalbauwerk	1:100/1:1000
4	Längsschnitt Variante 3 - Eingegrabene Rohrleitung	1:100/1:1000
5	Längsschnitt Variante 4 - Verdoltes Kanalbauwerk und Restrukturierung des Aubachgerinnes	1:100/1:1000
6	Varianten 1 und 4 Einlaufbauwerk	1:200
7	Variante 3 Einlaufbauwerk	1:200
8	Variante 1 Profiltypen	1:100
9	Varianten 1,2 und 3 Profiltypen	1:100
10	Variante 4 Profiltypen	1:100
	Pläne Entlastungsgerinne Thalerbach	
11	Entlastungsgerinne Thalerbach - Plan	1:500
12	Längsschnitt Entlastungsgerinne Thalerbach	1:100/1:1000
13	Einlaufbauwerk Aufsicht	1:200
14	Einlaufbauwerk Grundriss - Schnitt Z-Z	1:200
15	Einlaufbauwerk Längsschnitt A-A	1:100
16	Wasserspiegelberechnung Profile V14,V13,V12 und V11	1:100
17	Wasserspiegelberechnung Profile V10,V9 und V8	1:100
18	Wasserspiegelberechnung Profile V7,V6,V5 und V4	1:100
19	Wasserspiegelberechnung Profile V3,V2 und V1	1:100
20	Wasserspiegelberechnung Profile G5 und G4	1:100
21	Wasserspiegelberechnung Profile G3 und G2	1:100
22	Wasserspiegelberechnung Profil G1	1:100
23	Wasserspiegel Berechnung mit HEC RAS	1:67/1:667
24	Längsschnitte B-B und C-C Profilerweiterung	1:100
25	Längsschnitte E-E Fischaufstiegeinlauf und F-F Sohlrampe	1:100
26	Querschnitt 1-1 hm 6.12	1:100
27	Profiltyp 4 Querschnitt 2-2 hm 5.97	1:100
28	Querschnitt 3-3 hm 5.79	1:100
29	Profiltyp 5 Querschnitt 4-4 hm 5.43	1:100
30	Profiltyp 6 Stützmauer	1:100
31	Profiltyp 7 Symmetrisch	1:100
32	Profiltyp 8 Radweg	1:100

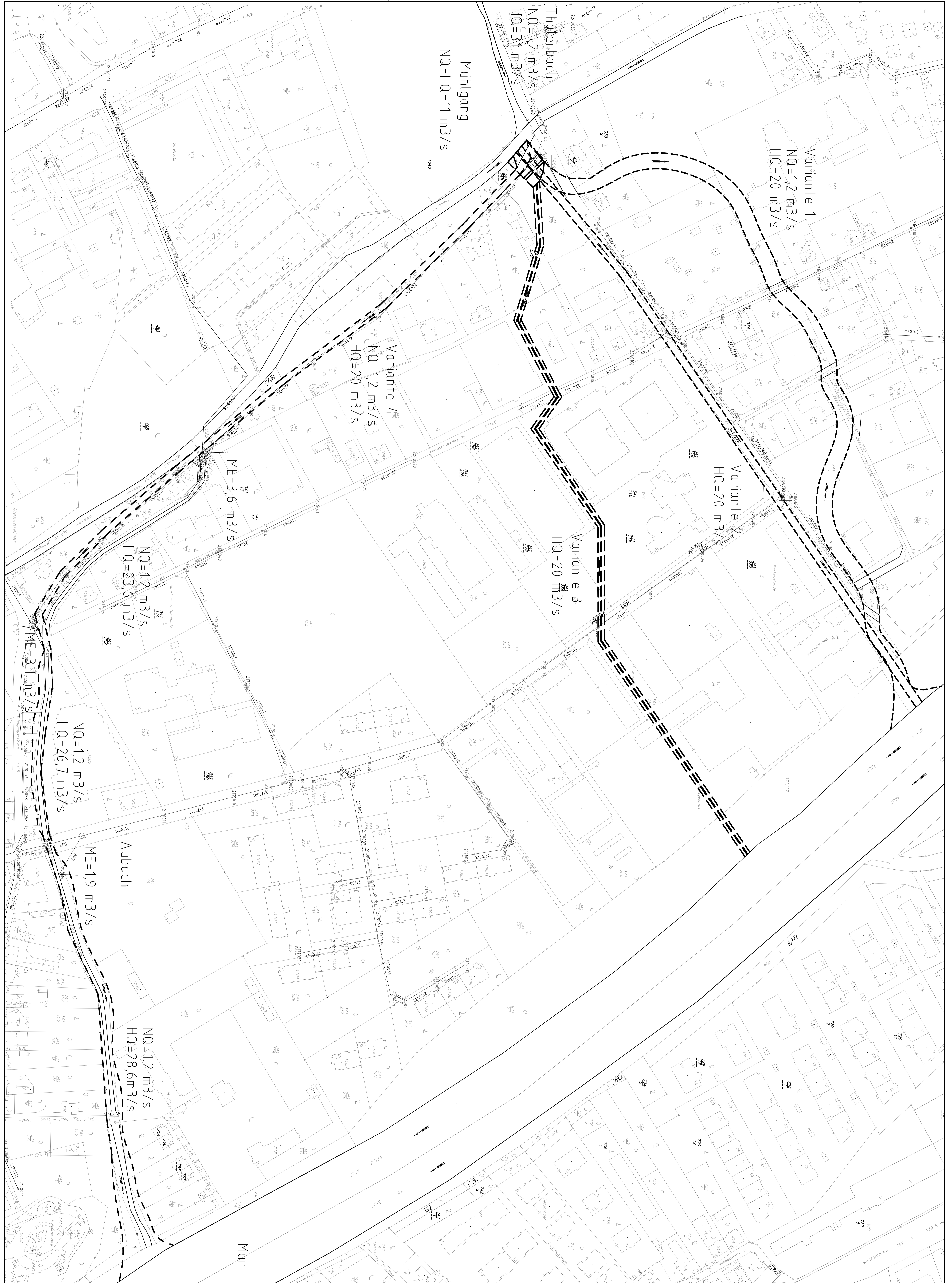
---

33	Profiltyp 9 Querschnitt 5-5 hm 2.75	1:100
34	Profiltyp 10 Sohlrampe	1:100
35	Profiltyp 11 Fischaufstiegshilfe	1:100
36	Querschnitt 6-6 Fischaufstiegshilfe Mur	1:100
37	Profiltyp 6 Wasserspiegelberechnung nach Mertens	1:100
38	Profiltyp 7 Wasserspiegelberechnung nach Mertens	1:100
39	Profiltyp 8 Wasserspiegelberechnung nach Mertens	1:100

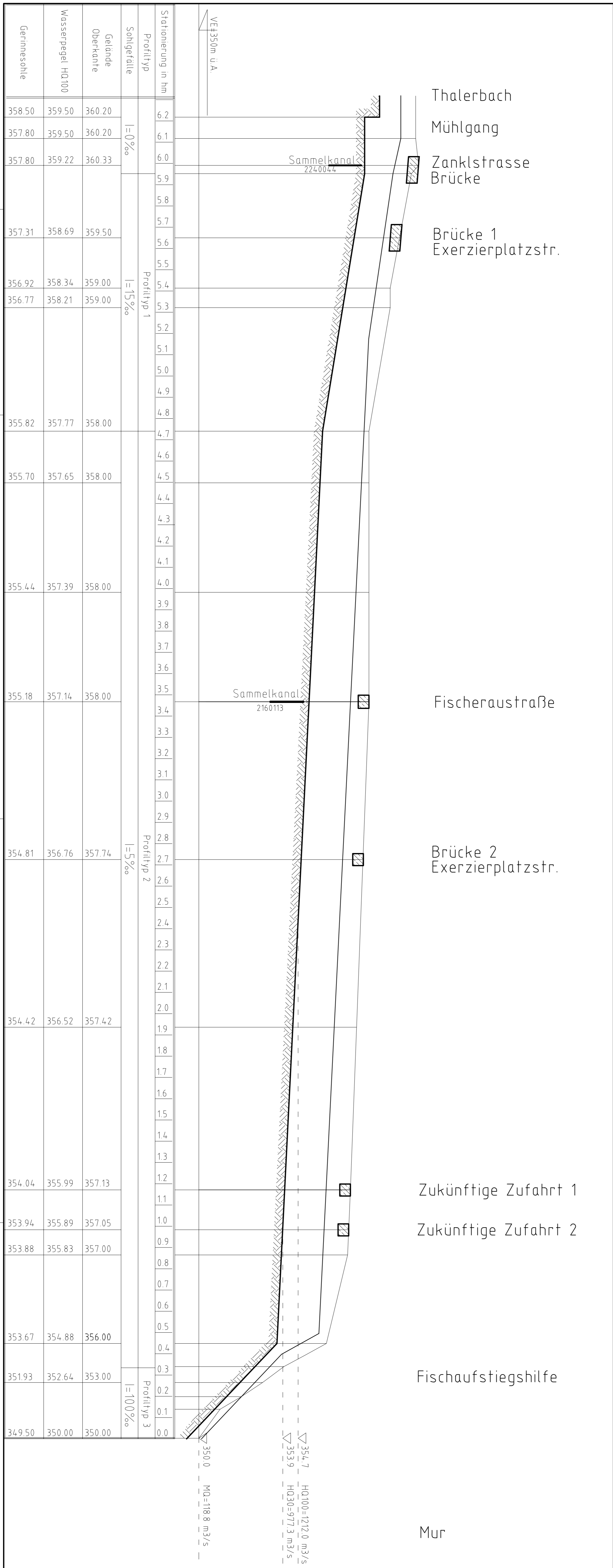
## 8 Anhang Verzeichnis

<b>8.1 Berechnungstabellen</b>	1
8.1.1 Variante 1	1
8.1.2 Variante 2	3
8.1.3 Variante 3	4
8.1.4 Variante 4	4
8.1.5 Entlastungsgerinne Thalerbach	5
<b>8.2 Benutzte Unterlagen</b>	12
8.2.1 Hydrologisches Gutachten	12
8.2.2 Flächenwidmungsplan Legende	14
8.2.3 Katalog Hobas	17
8.2.4 Katalog Voest Alpine	18
<b>8.3 Bilder</b>	19
8.3.1 Trasse der Variante 1	19
8.3.2 Trasse der Variante 2	21
8.3.3 Trasse der Variante 4	22
8.3.4 Orthophotos	24





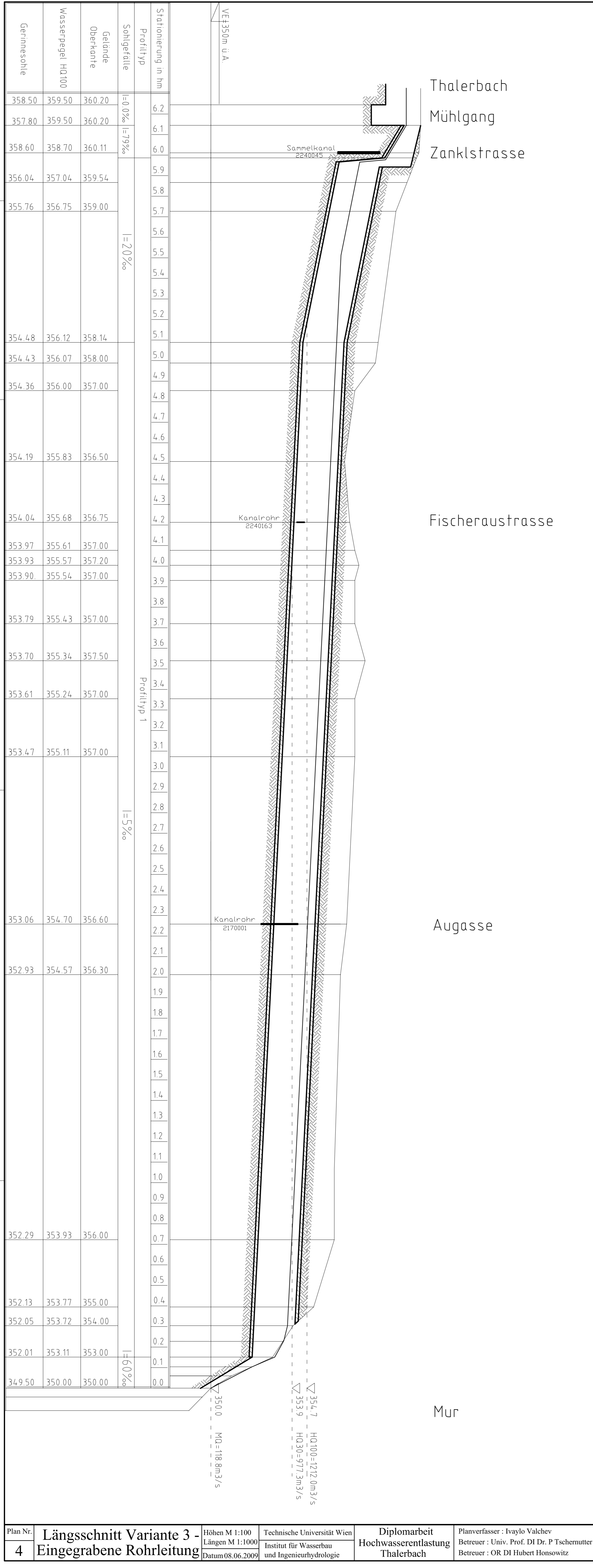
Plan Nr. 1	Trassen der Varianten 1, 2, 3 und 4	Maßstab 1:1000 Datum: 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser: Ivaylo Valchev Betreuer: Univ. Prof. DI Dr. P. Tschernutter Betreuer: OR DI Hubert Honsowitz
---------------	--	-------------------------------------	--	--	---

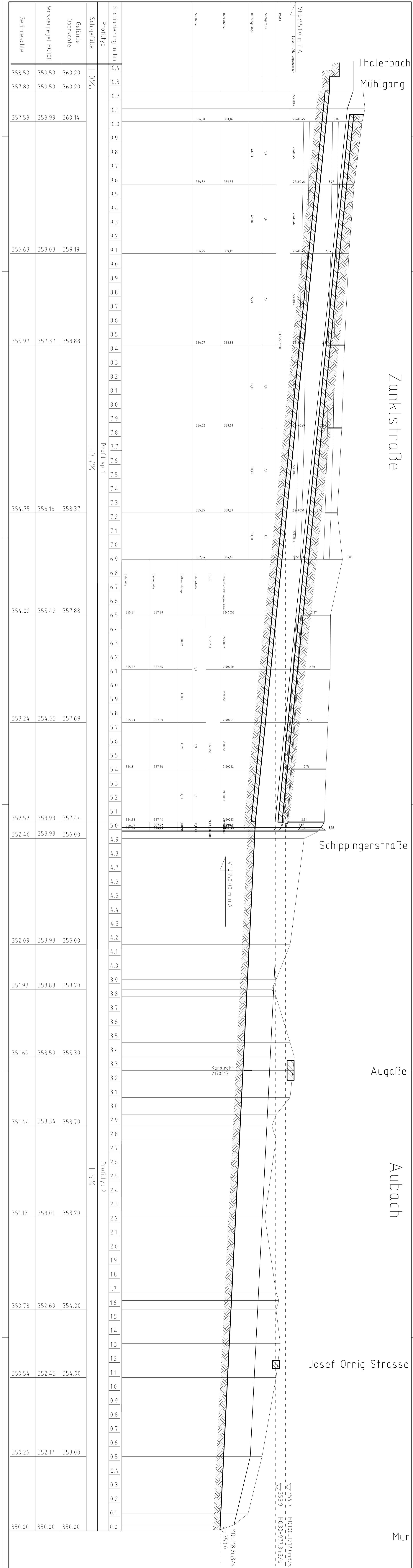


Plan Nr.	<b>Längsschnitt Variante 1 - Naturnahes Gerinne</b>	Höhen M 1:100 Längen M 1:1000 Datum 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P. Tschermutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
2					

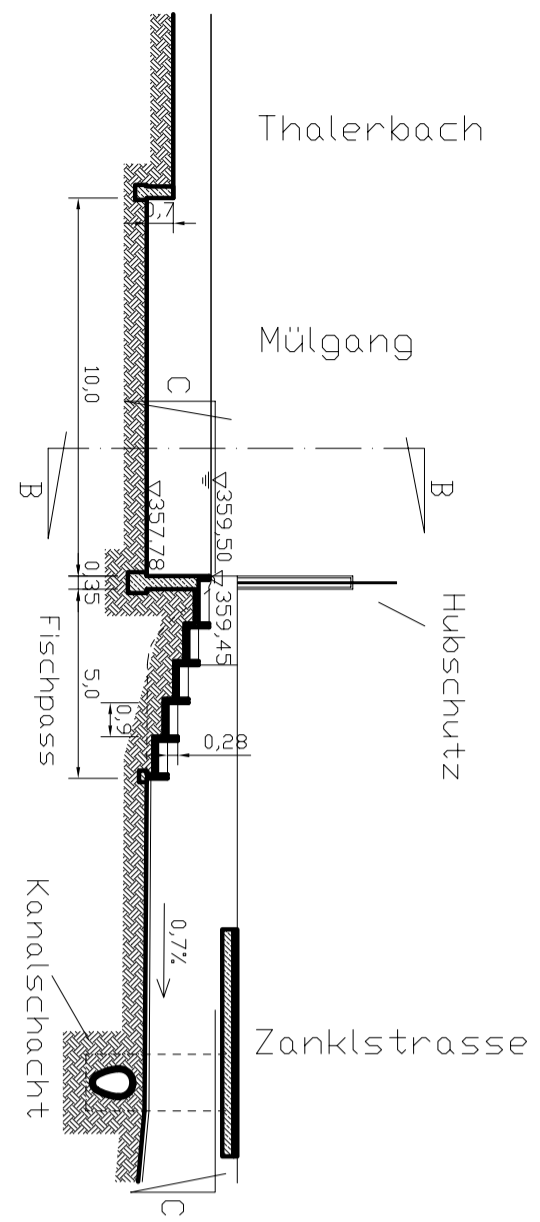




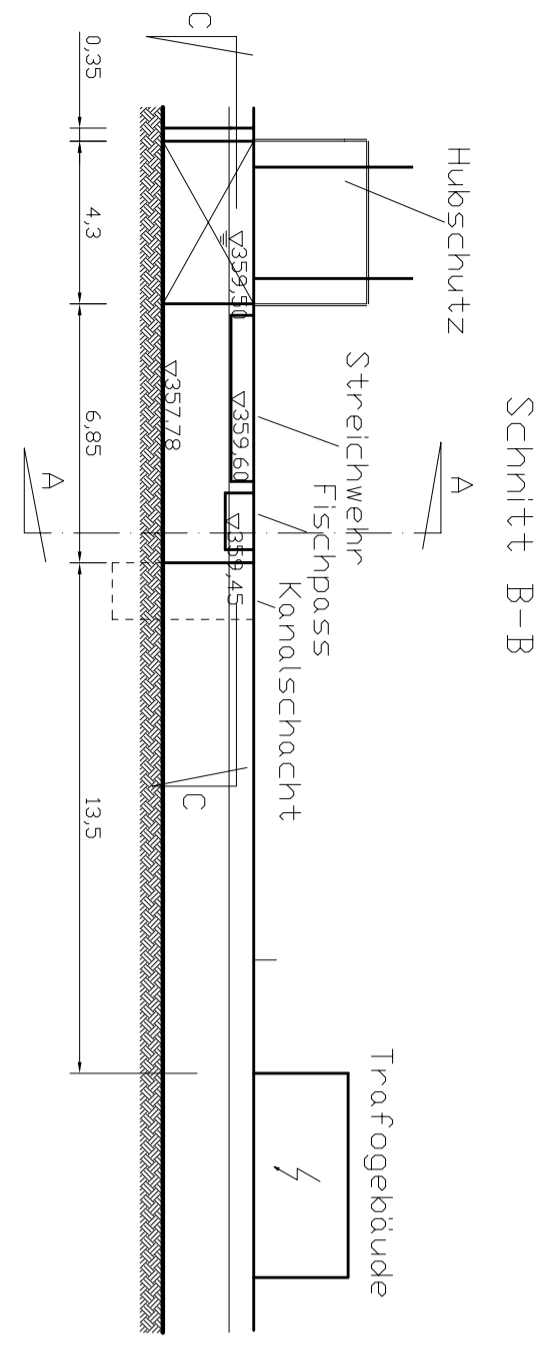




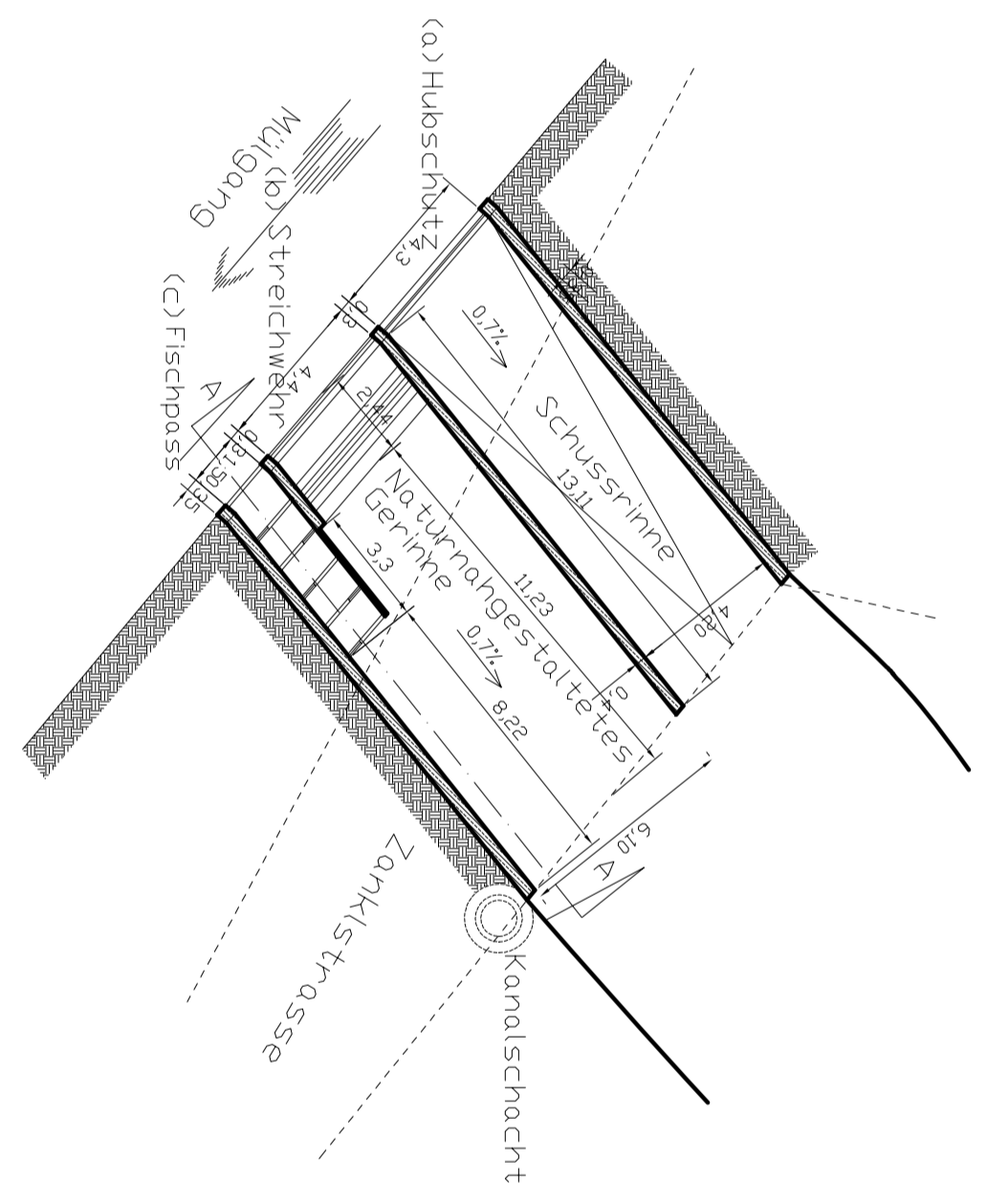
Plan Nr. <b>5</b>	Längsschnitt Variante 4 - Verdoltes Kanalbauwerk und Restrukturierung des Aubachgerinnes	Höhen M 1:100 Längen M 1:1000 Datum 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ.-Prof. DI Dr. P. Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Horowitz
----------------------	--	--	---	---	---



Schnitt A-A



Schnitt B-B

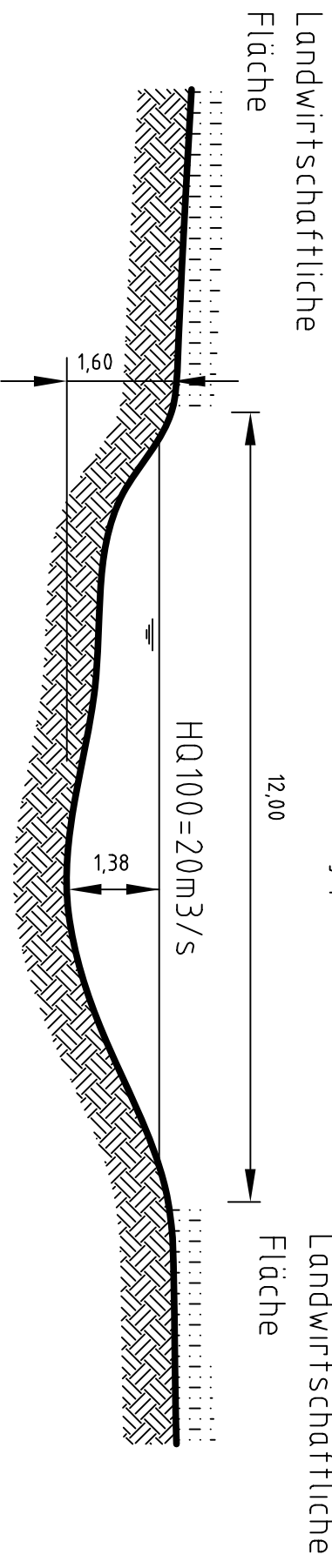


Schnitt C-C

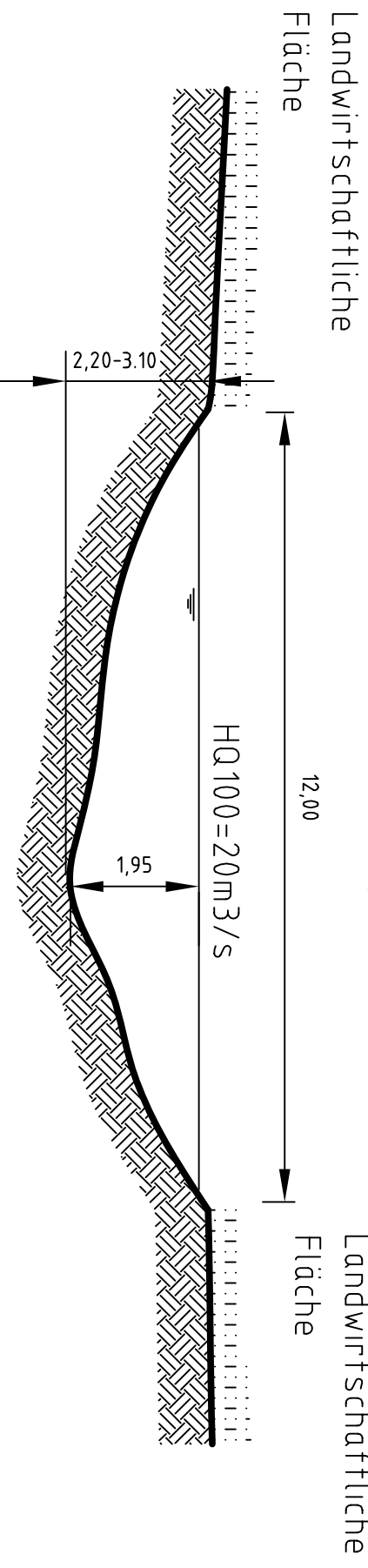
Plan Nr.	Varianten 1 und 4 Einlaufbauwerk	Maßstab 1:200	Technische Universität Wien	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev
6		Datum : 08.06.2009	Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie		Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz



Variante 1  
 Profiltyp 1



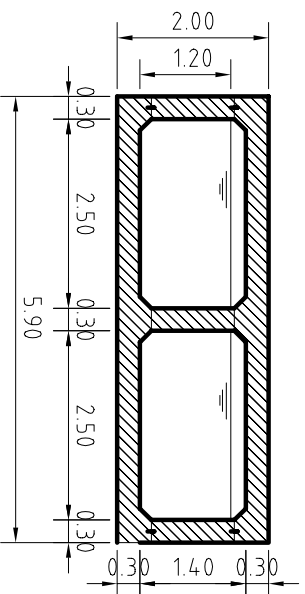
Variante 1  
 Profiltyp 2



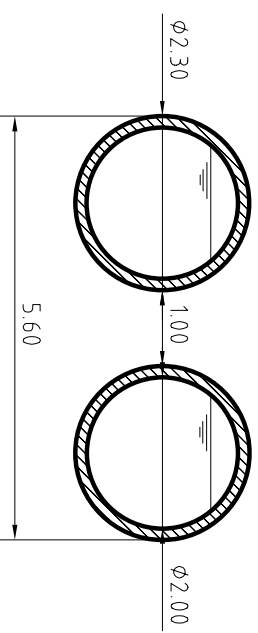
Variante 1  
 Profiltypen

Plan Nr. 8	Maßstab 1:100	T Technische Universität Wien	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsovitz
	Datum : 08.06.2009	Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie		

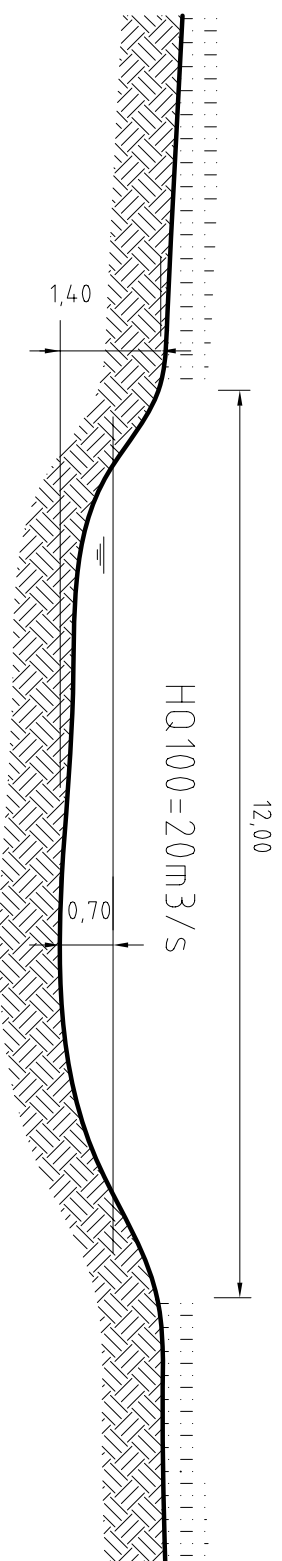
Variante 2  
 Profiltyp 1



Variante 3  
 Profiltyp 1



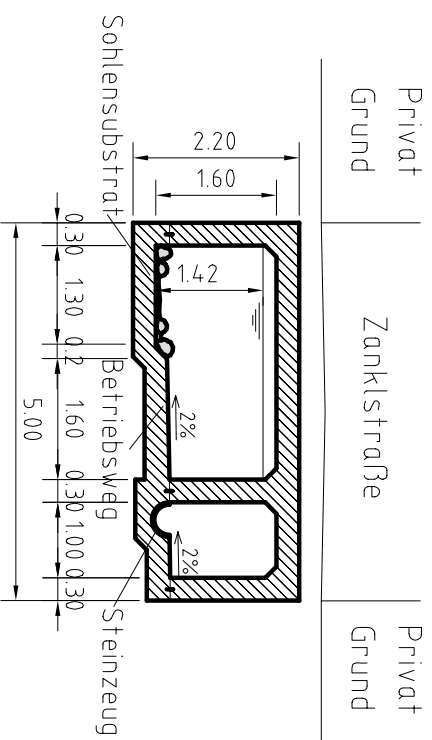
Variante 1  
 Profiltyp 3



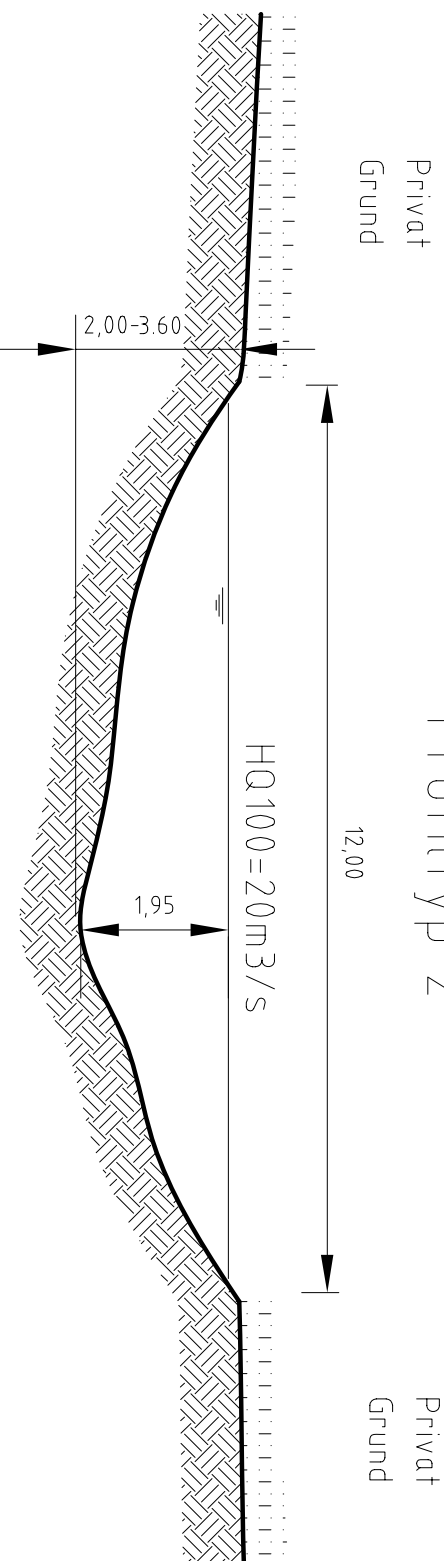
Plan Nr. <b>9</b>	<b>Varianten 1,2 und 3 Profiltypen</b>		Maßstab 1:100	Technische Universität Wien	<b>Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach</b>	Planverfasser : Ivaylo Valchev
	Datum : 08.06.2009	Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie				Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz



# Variante 4 Profiltyp 1

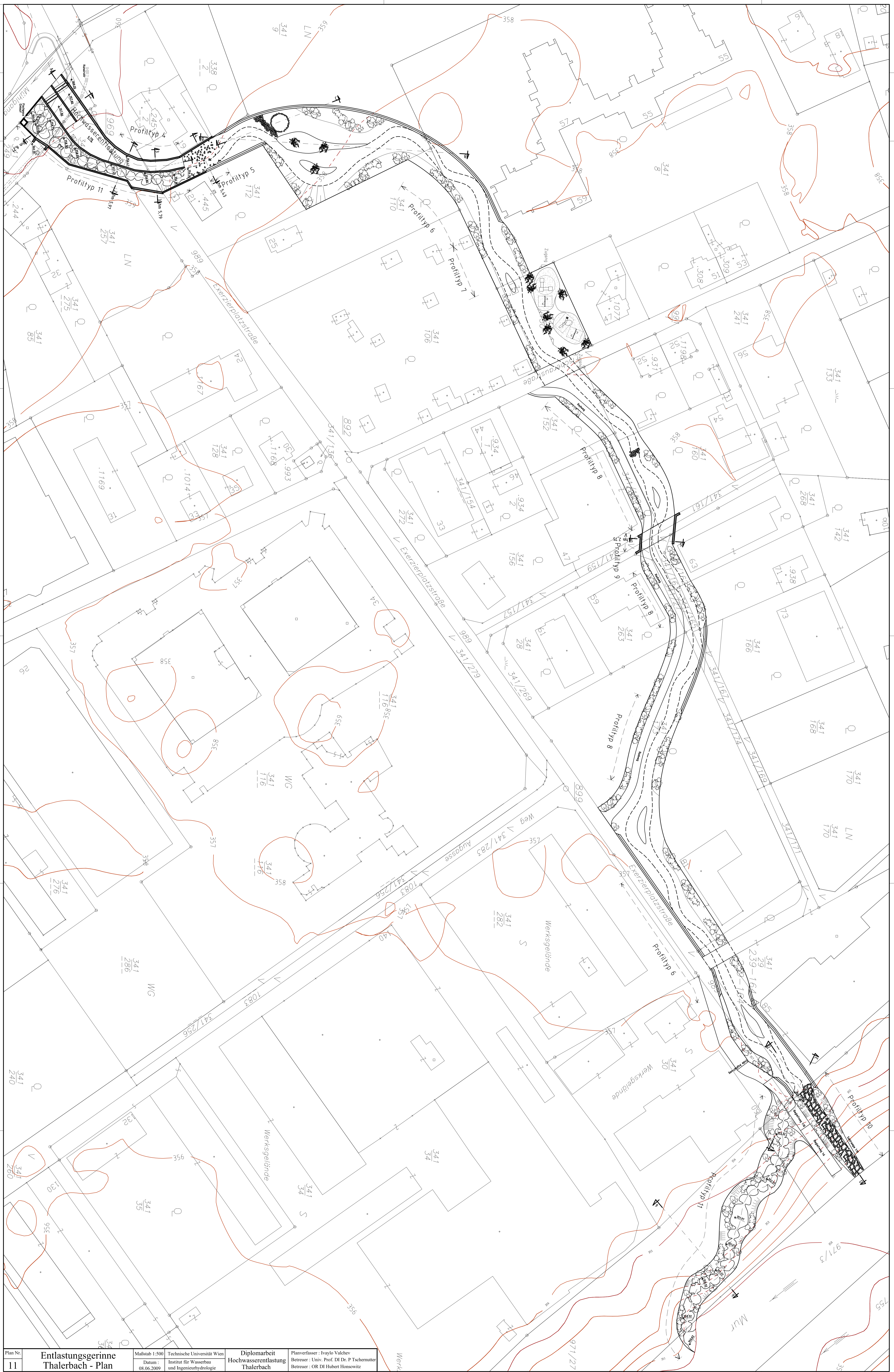


# Variante 4 Profiltyp 2



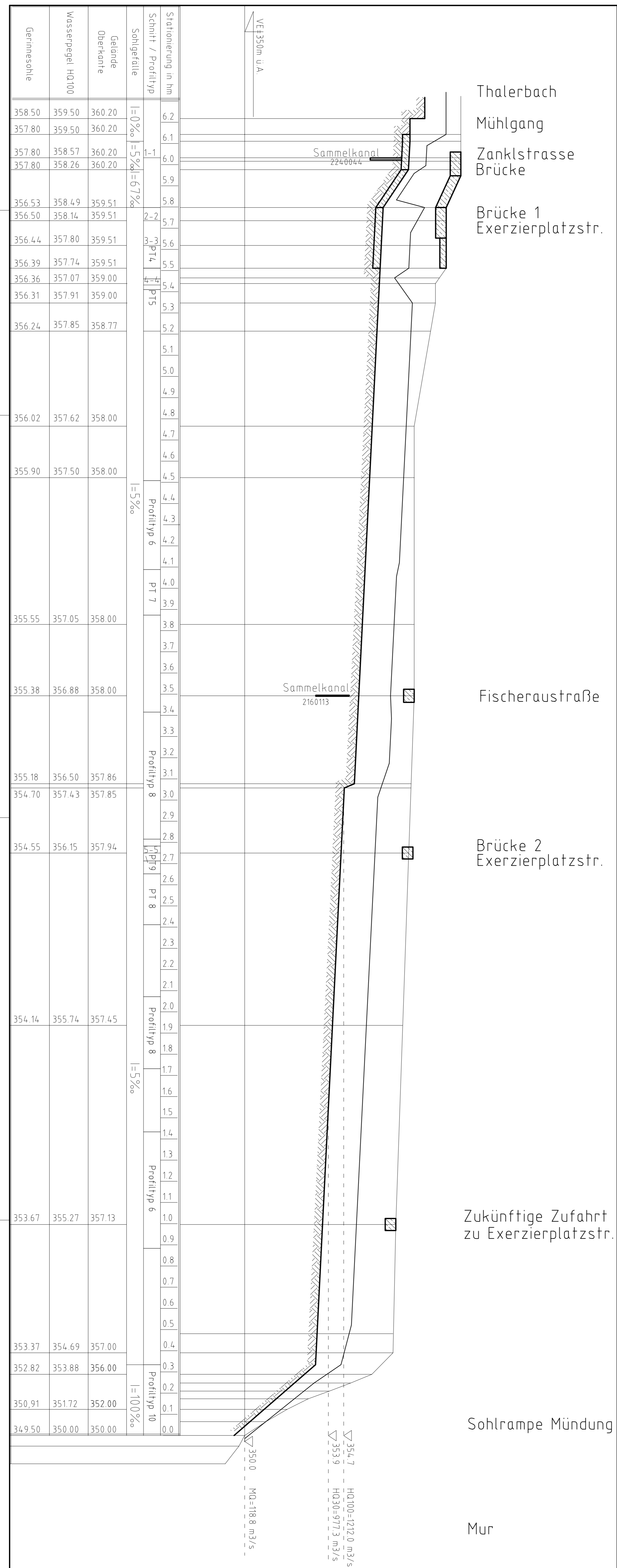
Plan Nr. <b>10</b>	<b>Variante 4 Profiltypen</b>	Maßstab 1:100 Datum : 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsovitz
-----------------------	-----------------------------------	--	--	--	---





Plan Nr. 11	Entlastungsgerinne Thalerbach - Plan	Maßstab 1:500 Datum: 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser: Ivaylo Valchev Betreuer: Univ.-Prof. DI Dr. P. Fischer Betreuer: OR DI Hubert Homowitz
----------------	---	------------------------------------	--	--	---



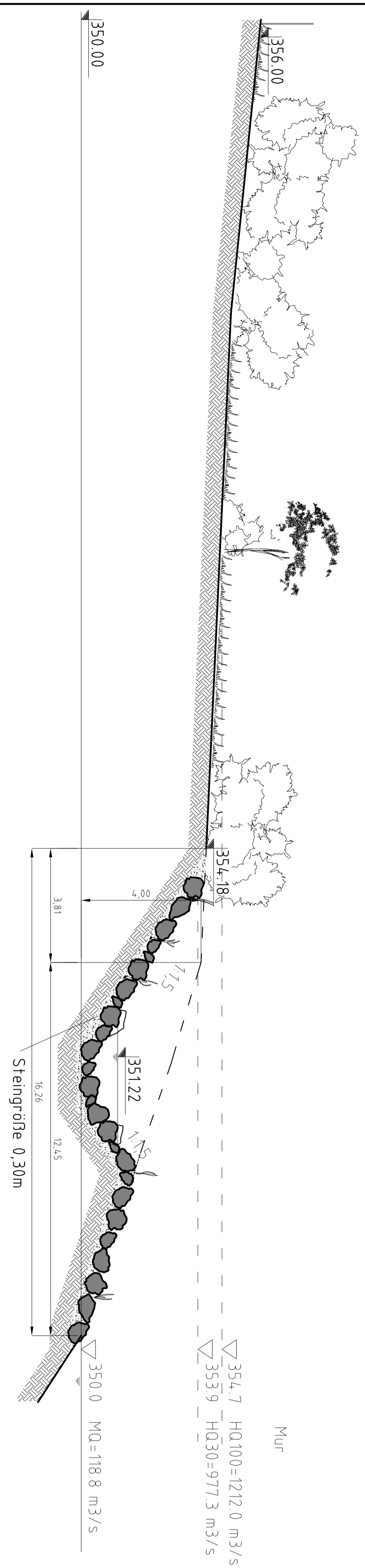


Plan Nr. <b>12</b>	<b>Längsschnitt Entlastungs- Gerinne Thalerbach</b>	Höhen M 1:100	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	<b>Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach</b>	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P. Tschermutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
		Längen M 1:1000			

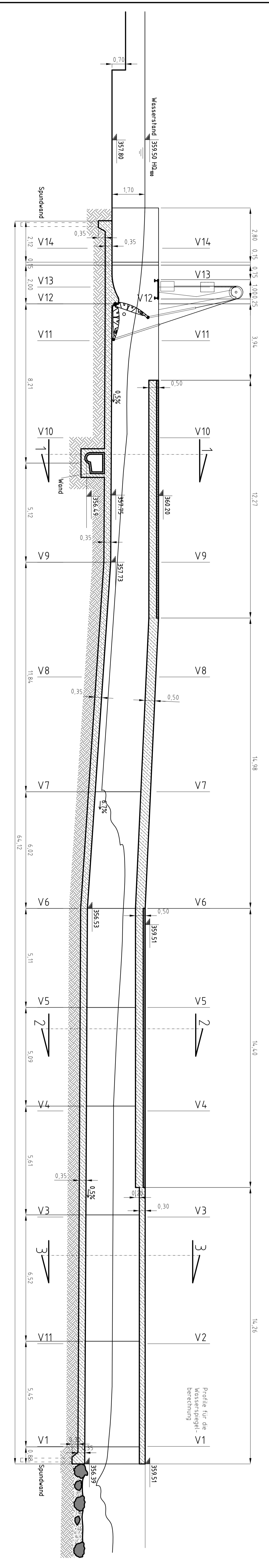




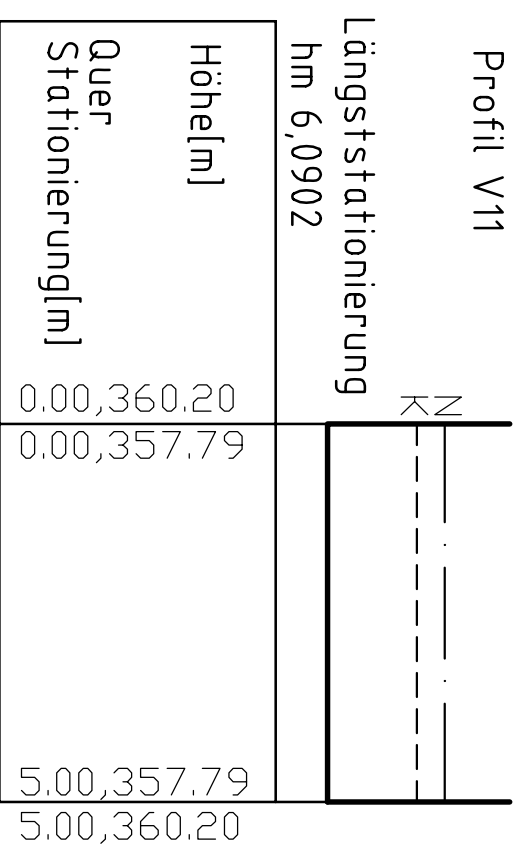
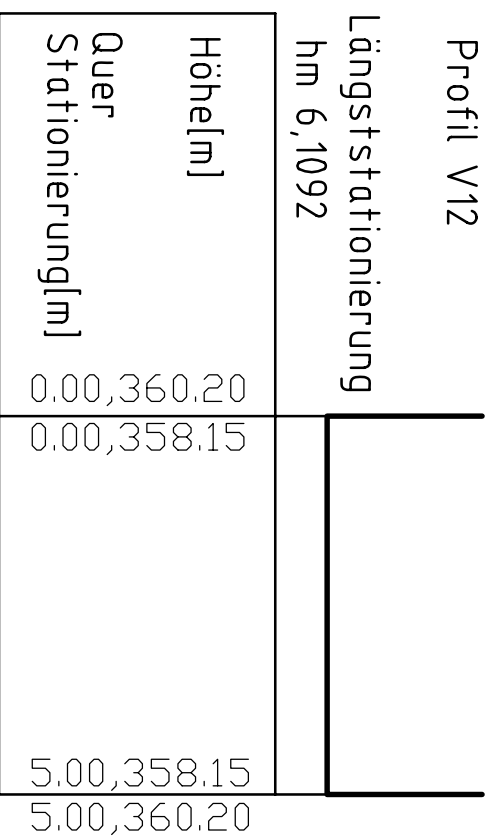
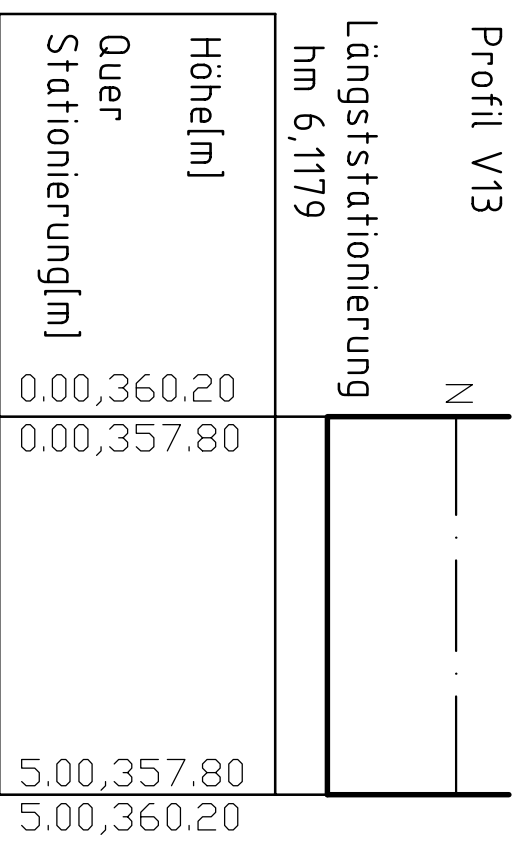
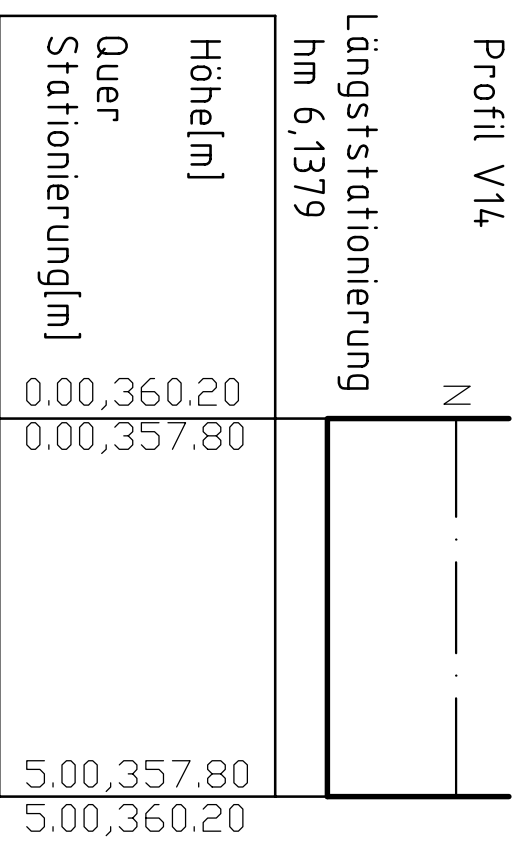
Plan Nr.	<b>Einlaufbauwerk</b>	Maßstab 1:200	Technische Universität Wien	Diplomarbeit	Planverfasser : Ivaylo Valchev
14	<b>Grundriss - Schnitt Z-Z</b>	Datum : 08.06.2009	Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Hochwasserentlastung Thalerbach	Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P. Tschermutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz



Plan Nr.	36	Querschnitt 6-6 Fischaufstiegshilfe Mur	Maßstab 1:100	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P. Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
Datum :	08.06.2009					



Plan Nr.	15	Längsschnitt A-A Einlaufbauwerk	Maßstab 1:100	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P. Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
Datum :	08.06.2009					



Plan Nr.  
**16**

**Wasserspiegelberechnung**  
Profile V14, V13, V12 und V11

Maßstab 1:100  
Datum :  
08.06.2009

Technische Universität Wien  
Institut für Wasserbau  
und Ingenieurhydrologie

Diplomarbeit  
Hochwasserentlastung  
Thalerbach

Planverfasser : Ivaylo Valchev  
Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
Betreuer : OR DI Hubert Honsoowitz



Profil V10

Längststationierung

hm 6,0401

	N	
Höhe[m]	0,00,359.70	5,00,357.77
Quer Stationierung[m]	0,00,357.77	5,00,359.70

Profil V9

Längststationierung

hm 5,9759

	N	
Höhe[m]	0,00,359.70	5,00,357.74
Quer Stationierung[m]	0,00,357.74	5,00,359.70

Profil V8

Längststationierung

hm 5,9167

	N	
Höhe[m]	0,00,359.56	10,15,357.34
Quer Stationierung[m]	0,00,357.34	10,15,359.56

Plan Nr.

17

**Wasserspiegelberechnung**  
**Profile V10, V9 und V8**

Maßstab 1:100

Datum :  
08.06.2009

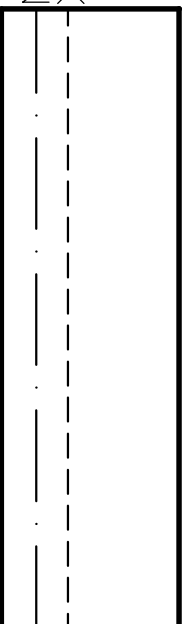
Technische Universität Wien  
Institut für Wasserbau  
und Ingenieurhydrologie

Diplomarbeit  
Hochwasserentlastung  
Thalerbach

Planverfasser : Ivaylo Valchev  
Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz

**Profil V7**

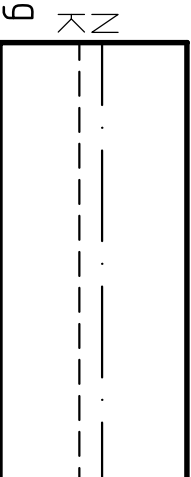
Längststationierung  
hm 5,8575



Höhe[m]	0.00,359.29	0.00,356.94
Quer Stationierung[m]	8.22,356.94	8.22,359.29

**Profil V6**

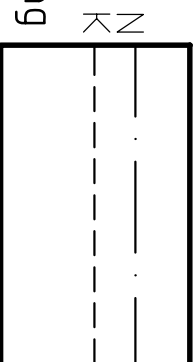
Längststationierung  
hm 5,7973



Höhe[m]	0.00,359.01	0.00,356.54
Quer Stationierung[m]	5.85,356.54	5.85,359.01

**Profil V5**

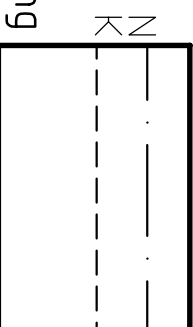
Längststationierung  
hm 5,7462



Höhe[m]	0.00,359.01	0.00,356.51
Quer Stationierung[m]	4.28,356.51	4.28,359.01

**Profil V4**

Längststationierung  
hm 5,6928



Höhe[m]	0.00,359.01	0.00,356.48
Quer Stationierung[m]	3.84,356.48	3.84,359.01

Plan Nr.:

18

**Wasserspiegelberechnung  
Profile V7, V6, V5 und V4**

Maßstab 1:100

Datum :  
08.06.2009

Technische Universität Wien  
Institut für Wasserbau  
und Ingenieurhydrologie

Diplomarbeit  
Hochwasserentlastung  
Thalerbach

Planverfasser : Ivaylo Valchev  
Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz

**Profil V3**

Längststationierung

hm 5,6381

	N	
	K	
Höhel[m]	0.00,359.21	3.81,356.45
Quer Stationierung[m]	0.00,356.45	3.81,359.21

**Profil V2**

Längststationierung

hm 5,5727

	N	
	K	
Höhel[m]	0.00,359.21	3.81,356.42
Quer Stationierung[m]	0.00,356.42	3.81,359.21

**Profil V1**

Längststationierung

hm 5,5197

	N	
	K	
Höhel[m]	0.00,359.21	3.81,356.39
Quer Stationierung[m]	0.00,356.39	3.81,359.21

Plan Nr.:

**19**

**Wasserspiegelberechnung  
Profile V3, V2 und V1**

Maßstab 1:100

Datum :  
08.06.2009

Technische Universität Wien  
Institut für Wasserbau  
und Ingenieurhydrologie

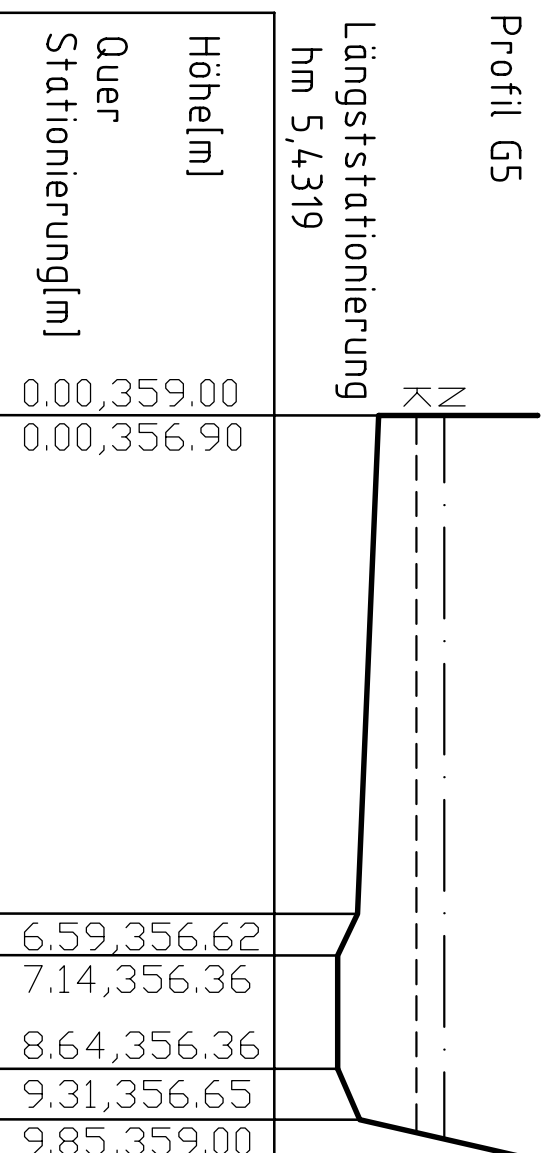
Diplomarbeit  
Hochwasserentlastung  
Thalerbach

Planverfasser : Ivaylo Valchev  
Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz

### Profil G5

Längststationierung

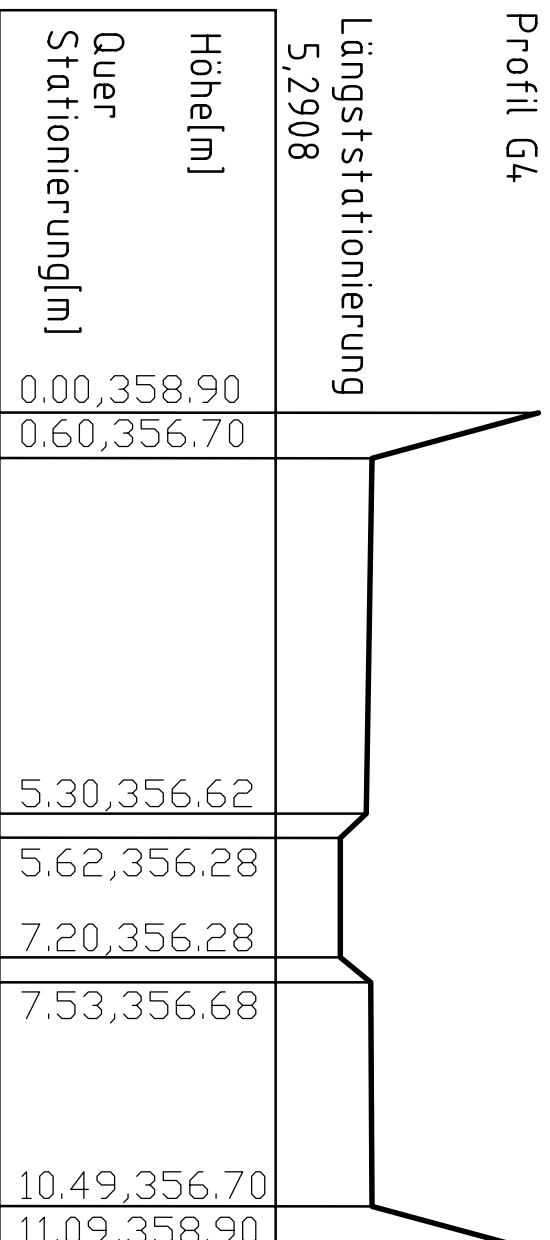
hm 5,4319



### Profil G4

Längststationierung

5,2908



Plan Nr.

20

## Wasserspiegelberechnung Profile G5 und G4

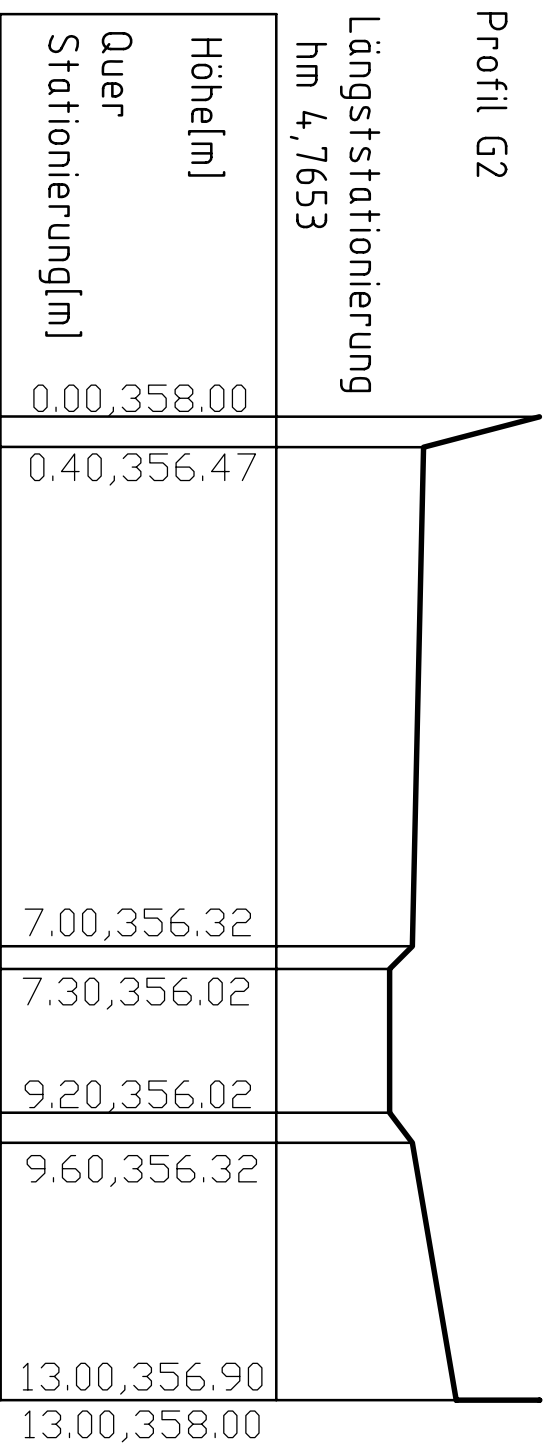
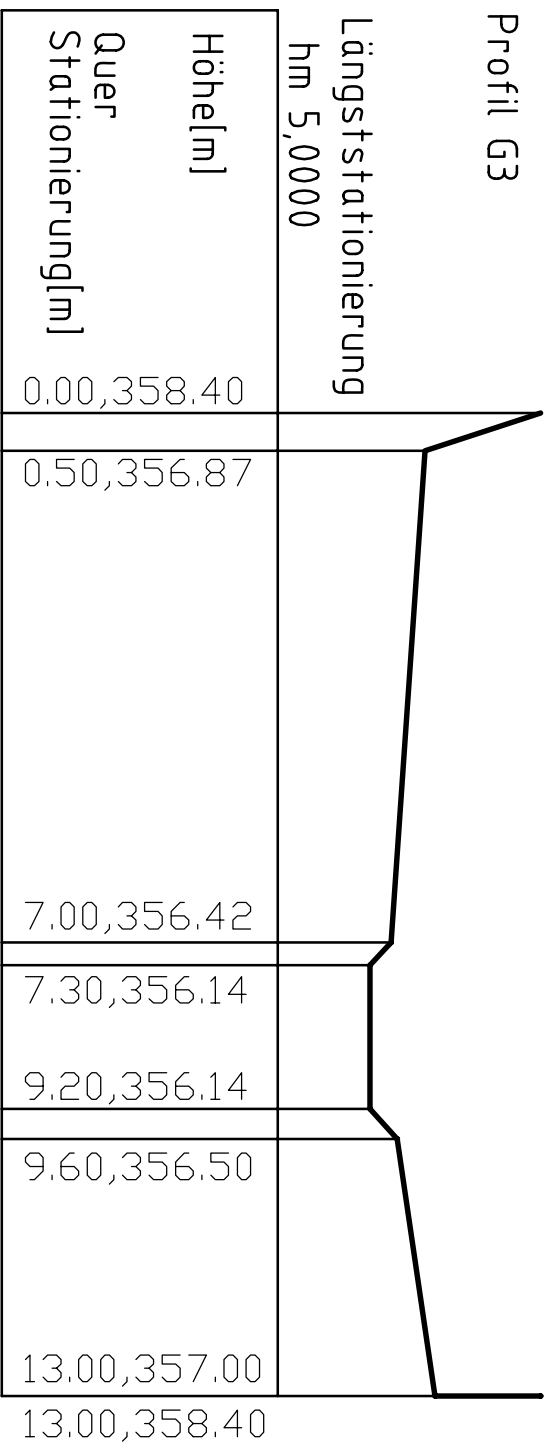
Maßstab 1:100

Datum :  
08.06.2009

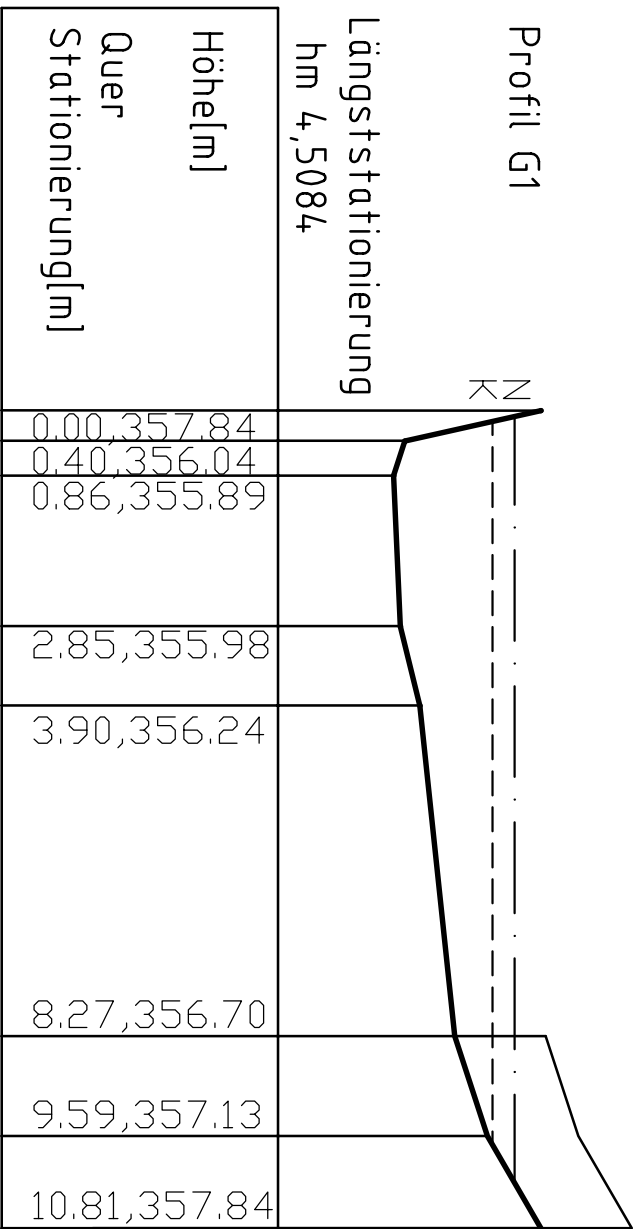
Technische Universität Wien  
Institut für Wasserbau  
und Ingenieurhydrologie

Diplomarbeit  
Hochwasserentlastung  
Thalerbach

Planverfasser : Ivaylo Valchev  
Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz



Plan Nr. <b>21</b>	<b>Wasserspiegelberechnung</b>		Maßstab 1:100	Technische Universität Wien	<b>Diplomarbeit</b> Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev
	<b>Profile G3 und G2</b>		Datum : 08.06.2009	Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie		Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz

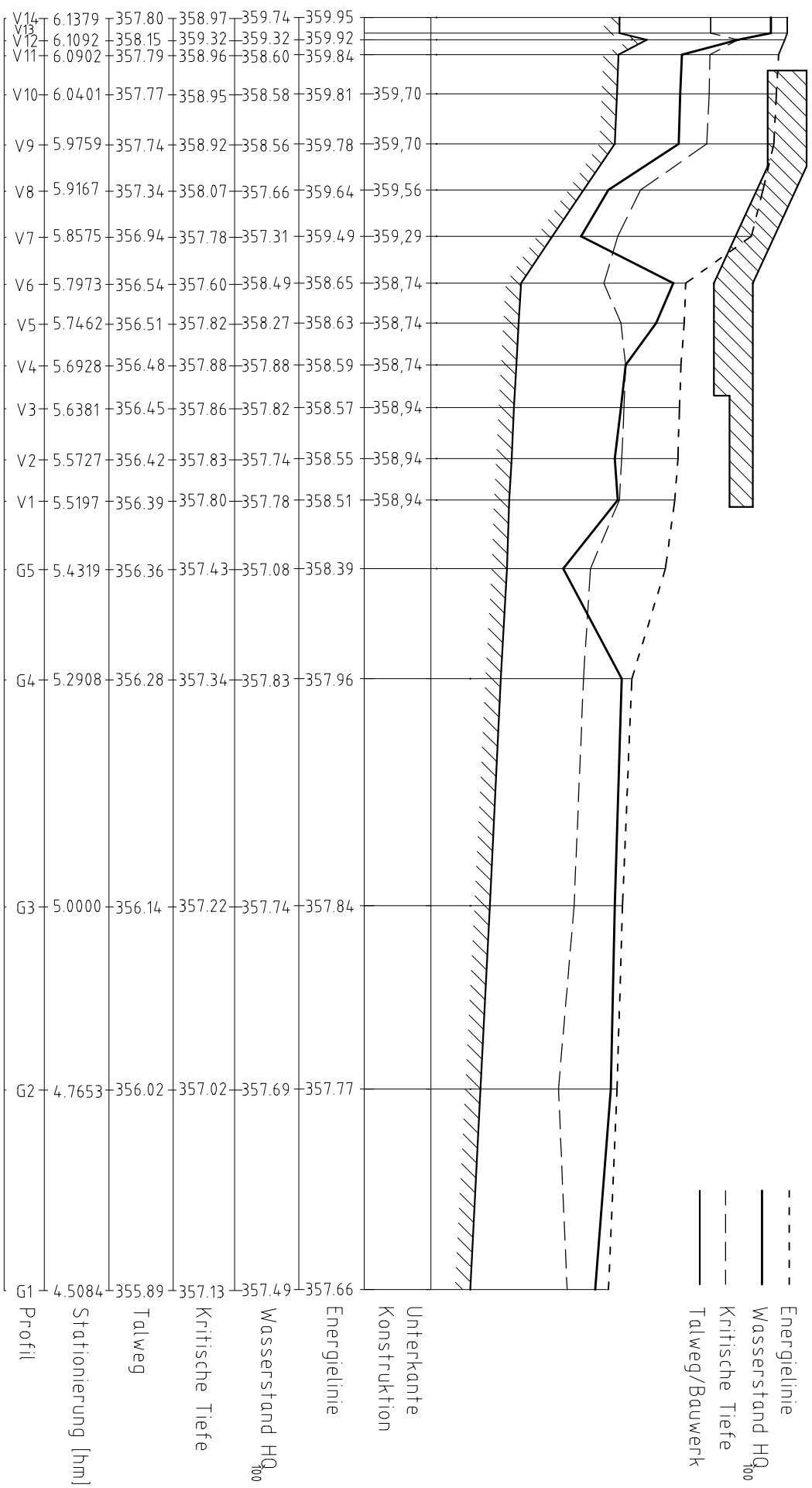


Profil G1

Längstationierung  
hm 4,5084

Höhe[m]  
Quer  
Stationierung[m]

Plan Nr. <b>22</b>	<b>Wasserspiegelberechnung</b> <b>Profil G1</b>		Maßstab 1:100 Datum : 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	<b>Diplomarbeit</b> <b>Hochwasserentlastung</b> <b>Thalerbach</b>	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
-----------------------	--	--	--	--	---	---



- Energielinie
- Wasserstand HQ<sub>100</sub>
- - - Kritische Tiefe
- Talweg/Bauwerk

# Wasserspiegelberechnung mit HEC RAS

Höhen M 1:67  
Längen M 1:667  
Datum 08.06.2009

Technische Universität Wien  
Institut für Wasserbau  
und Ingenieurhydrologie

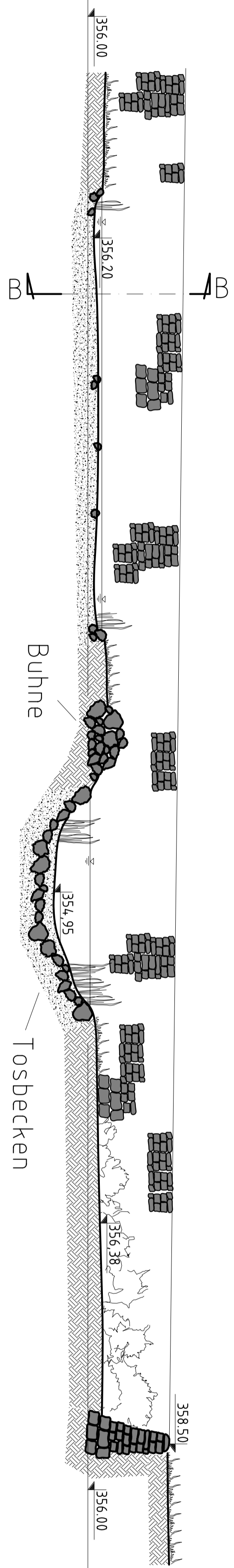
**Diplomarbeit**  
**Hochwasserentlastung**  
**Thalerbach**

Planverfasser : Ivaylo Valchev  
Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
Betreuer : OR DI Hubert Honsoowitz

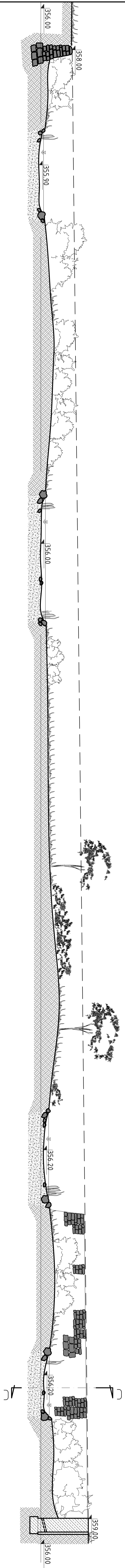


Plan Nr. 24	Längsschnitte B-B und C-C Profilerweiterung	Maßstab 1:100 Datum : 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P. Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Homowitz
-------------	--	-------------------------------------	--	--	---

Längsschnitt C-C

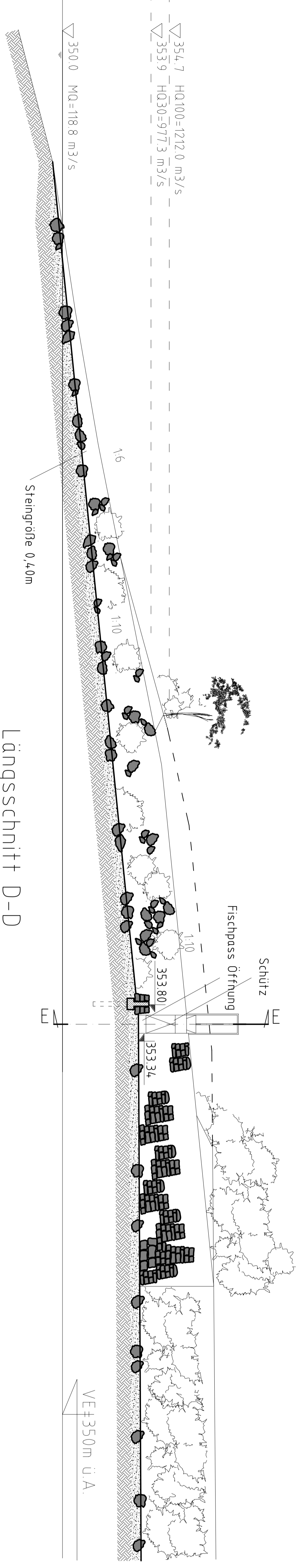


Längsschnitt B-B

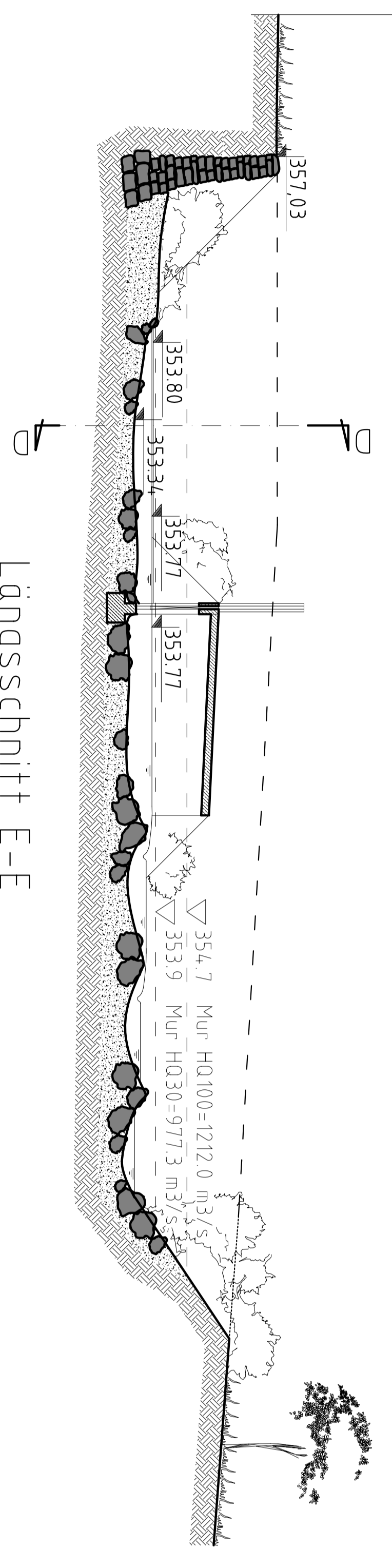


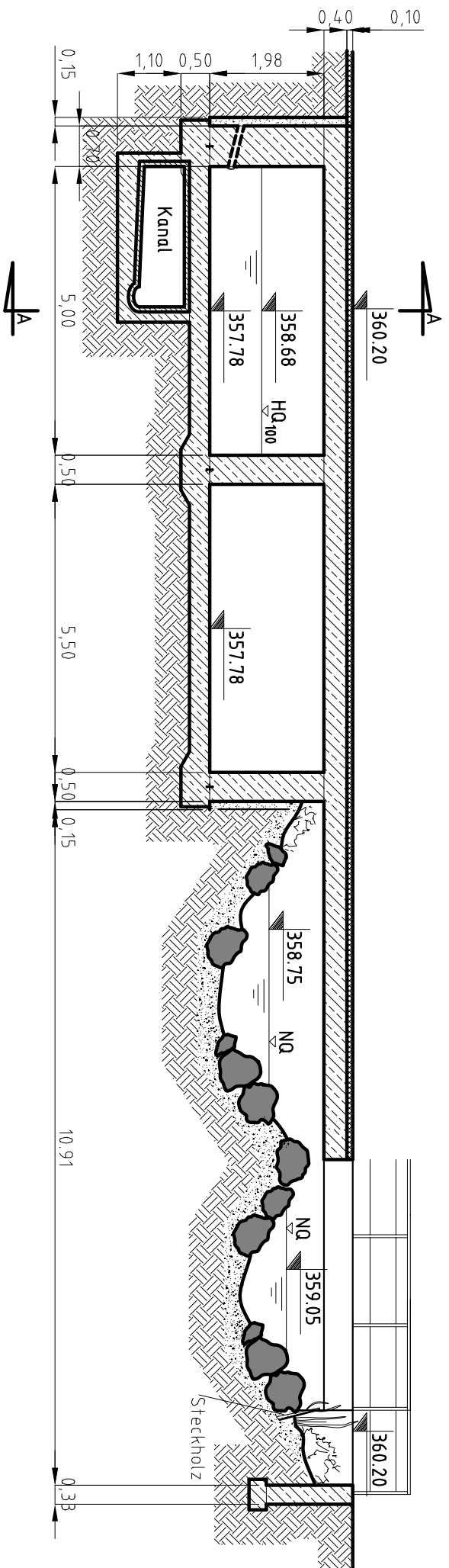
Plan Nr. 25	Längsschnitt E-E Fischaufstiegeinlauf Längsschnitt E-E Sohlrampe	Maßstab 1:100 Datum : 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P. Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Homowitz
-------------	---	-------------------------------------	--	--	---

Längsschnitt D-D

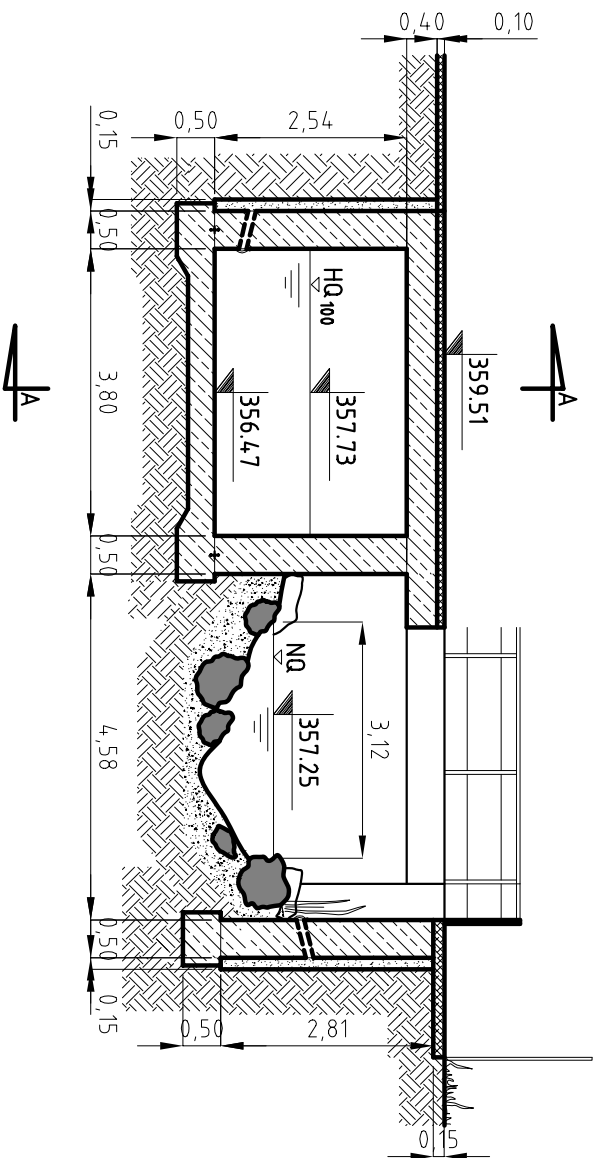


Längsschnitt E-E

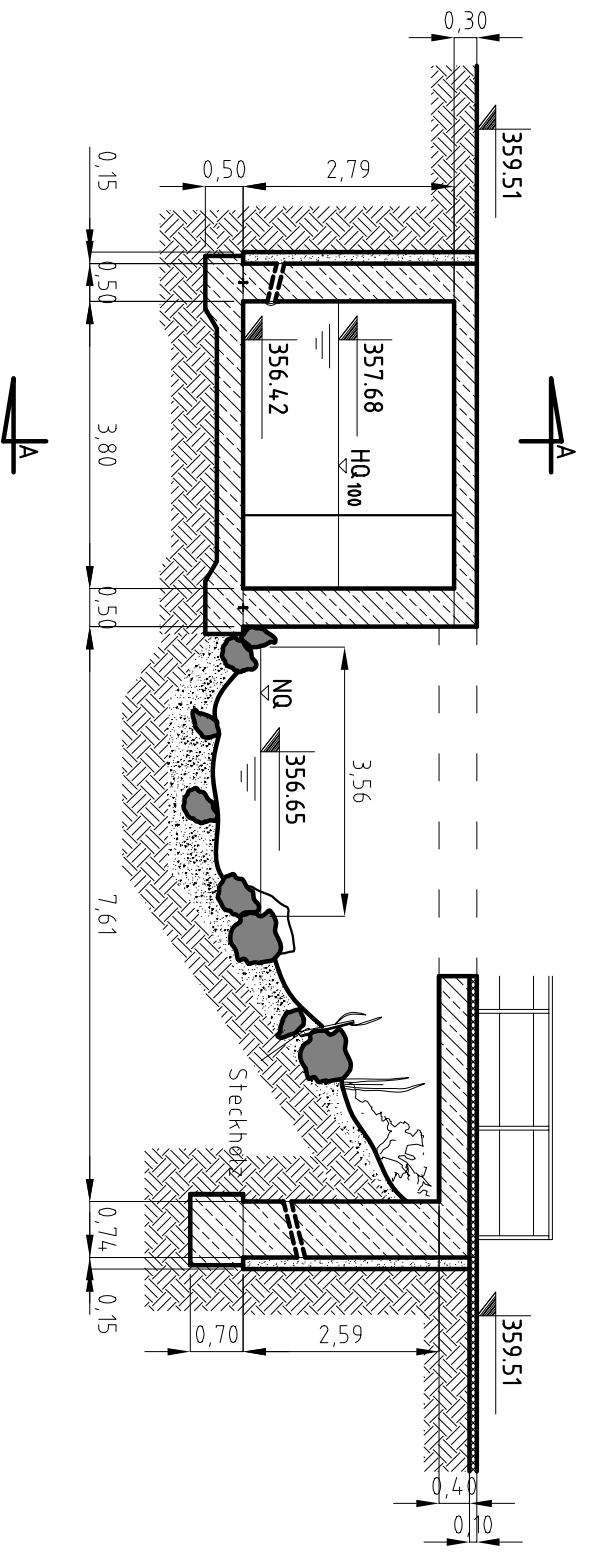




Plan Nr.:	26	Maßstab 1:100	Technische Universität Wien	Diplomarbeit	Planverfasser : Ivaylo Valchev
		Datum :	Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Hochwasserentlastung Thalerbach	Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter
					Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz



Plan Nr. 27	<b>Profiltyp 4</b> <b>Querschnitt 2-2 hm 5,97</b>	Maßstab 1:100 Datum : 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	<b>Diplomarbeit</b> <b>Hochwasserentlastung</b> <b>Thalerbach</b>	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
----------------	--	-------------------------------------	--	---	---



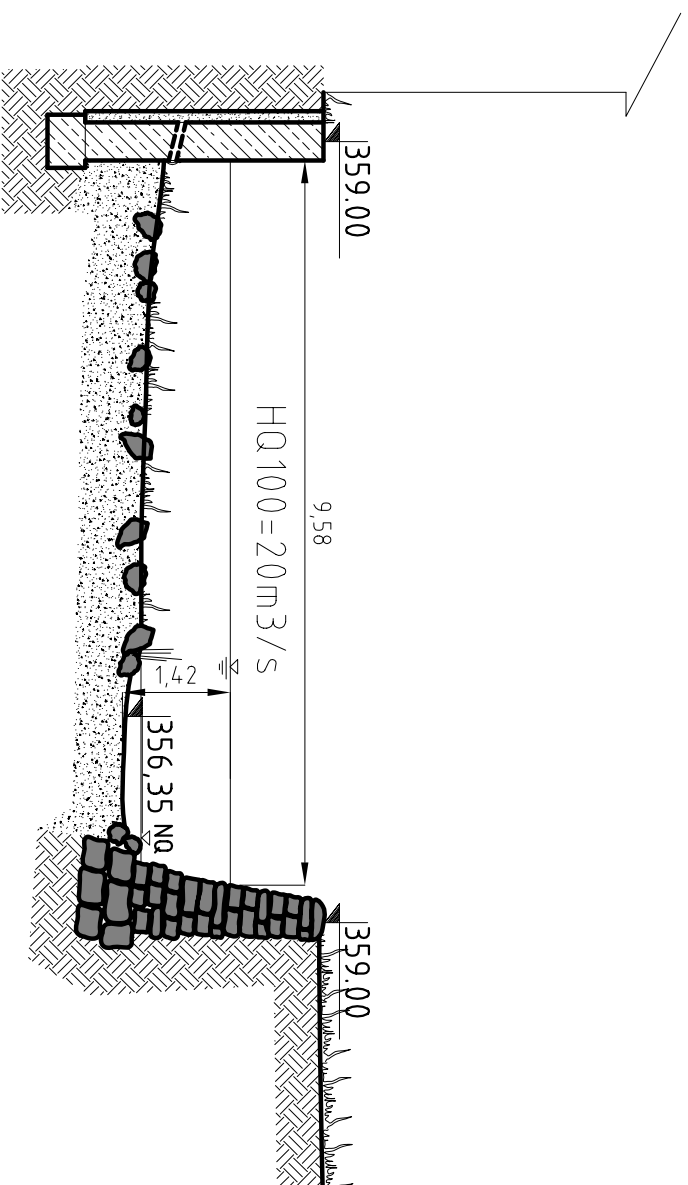
Plan Nr.  
28

# Querschnitt 3-3 hm 5,79

Maßstab 1:100  
Datum : 08.06.2009  
Technische Universität Wien  
Institut für Wasserbau  
und Ingenieurhydrologie

Diplomarbeit  
Hochwasserentlastung  
Thalerbach

Planverfasser : Ivaylo Valchev  
Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz



Plan Nr. 29	Profiltyp 5 Querschnitt 4-4 hm 5,43		Maßstab 1:100	Technische Universität Wien	Diplomarbeit	Planverfasser : Ivaylo Valchev
			Datum : 08.06.2009	Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Hochwasserentlastung Thalerbach	Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz

Plan Nr.  
30

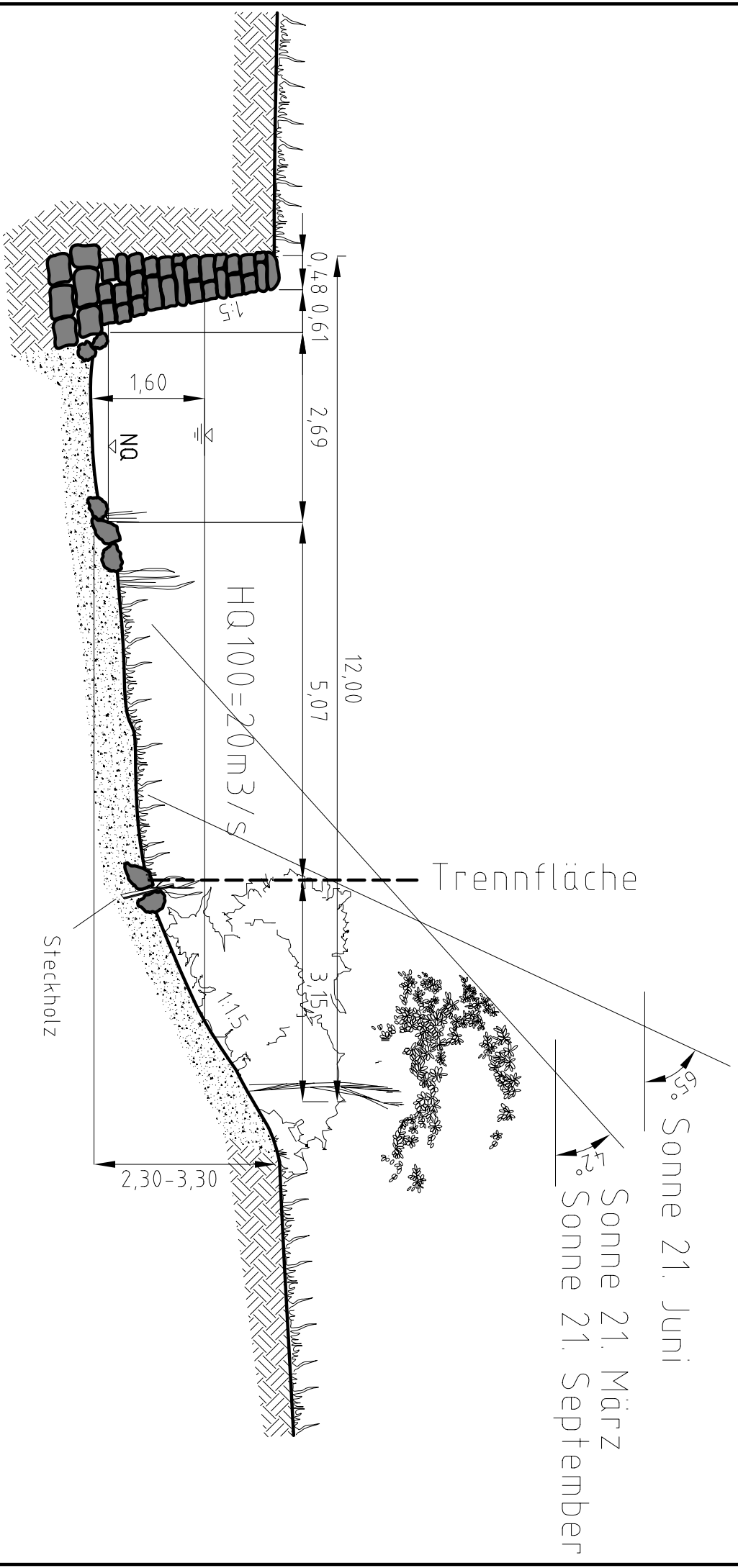
# Profiltyp 6 Stützmauer

Maßstab 1:100  
Datum :  
08.06.2009

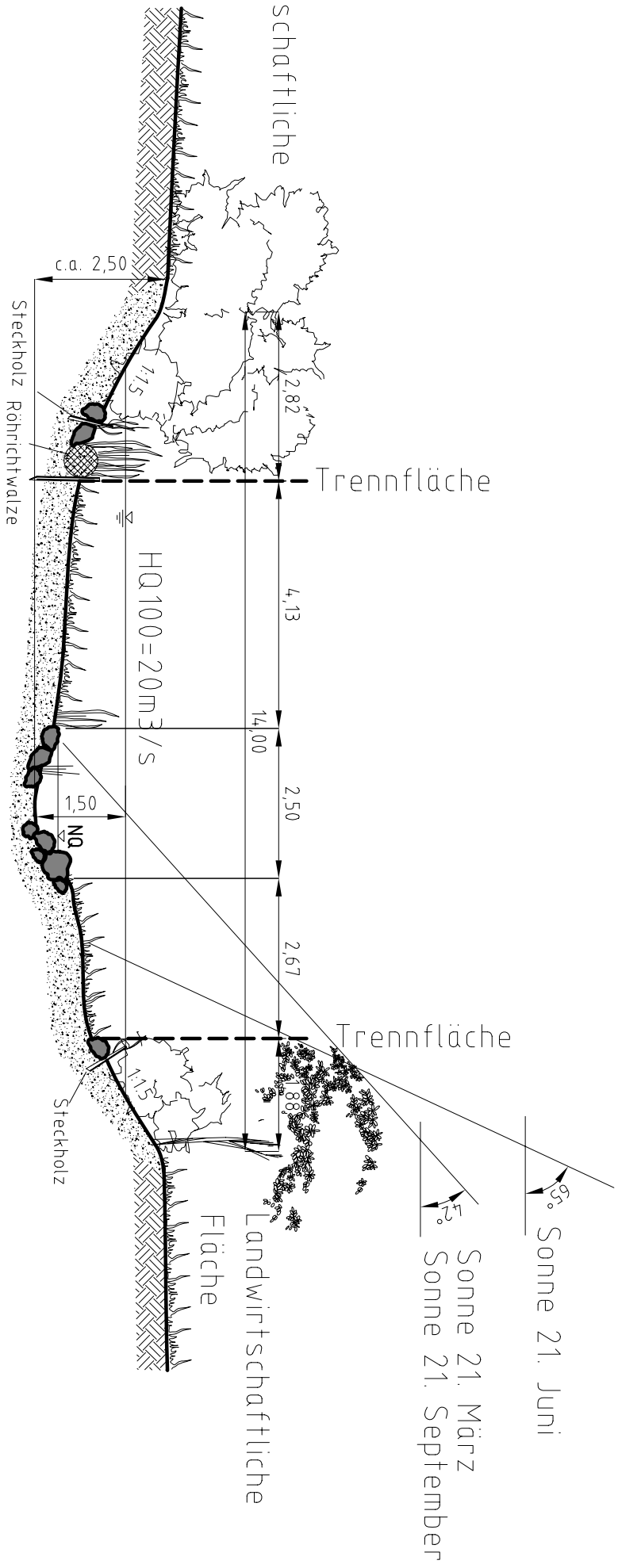
Technische Universität Wien  
Institut für Wasserbau  
und Ingenieurhydrologie

Diplomarbeit  
Hochwasserentlastung  
Thalerbach

Planverfasser : Ivaylo Valchev  
Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz



Landwirtschaftliche Fläche



55° Sonne 21. Juni  
 42° Sonne 21. März  
 Sonne 21. September

Landwirtschaftliche Fläche

Plan Nr.:  
 31

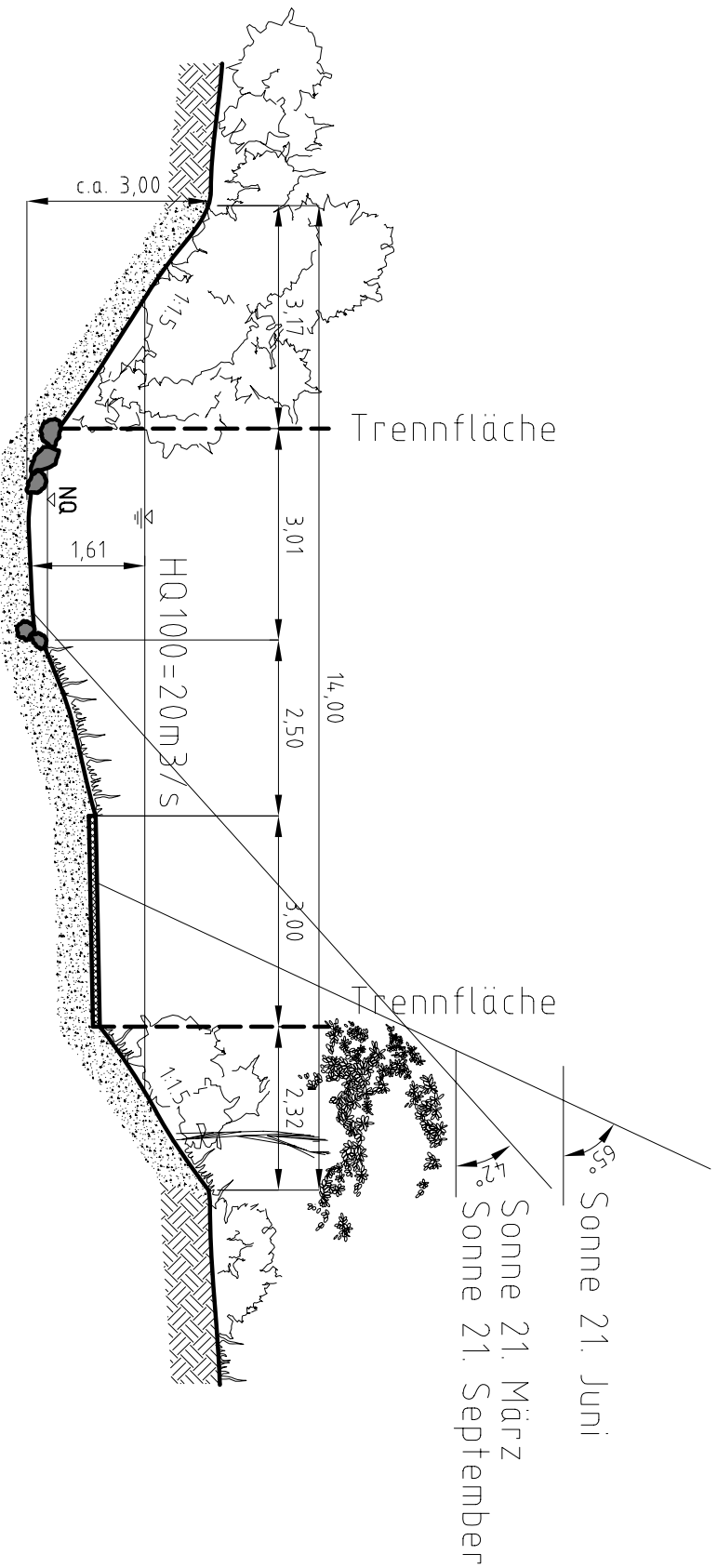
# Profityp 7 Symmetrisch

Maßstab 1:100  
 Datum : 08.06.2009  
 Technische Universität Wien  
 Institut für Wasserbau  
 und Ingenieurhydrologie

Diplomarbeit  
 Hochwasserentlastung  
 Thalerbach

Planverfasser : Ivaylo Valchev  
 Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
 Betreuer : OR DI Hubert Honsovitz





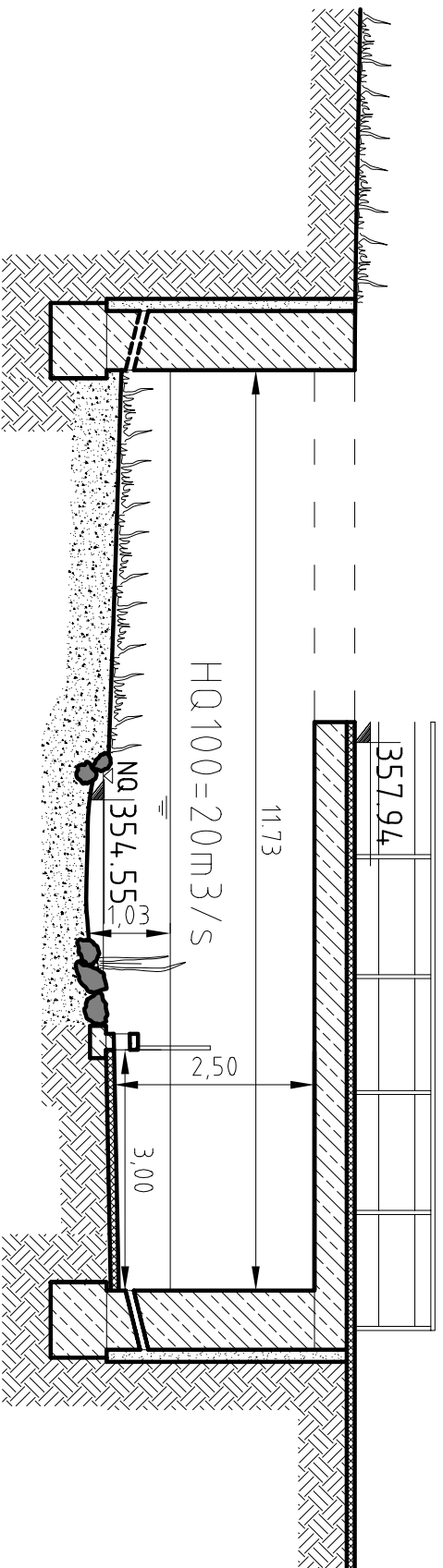
Plan Nr.  
32

# Profiltyp 8 Radweg

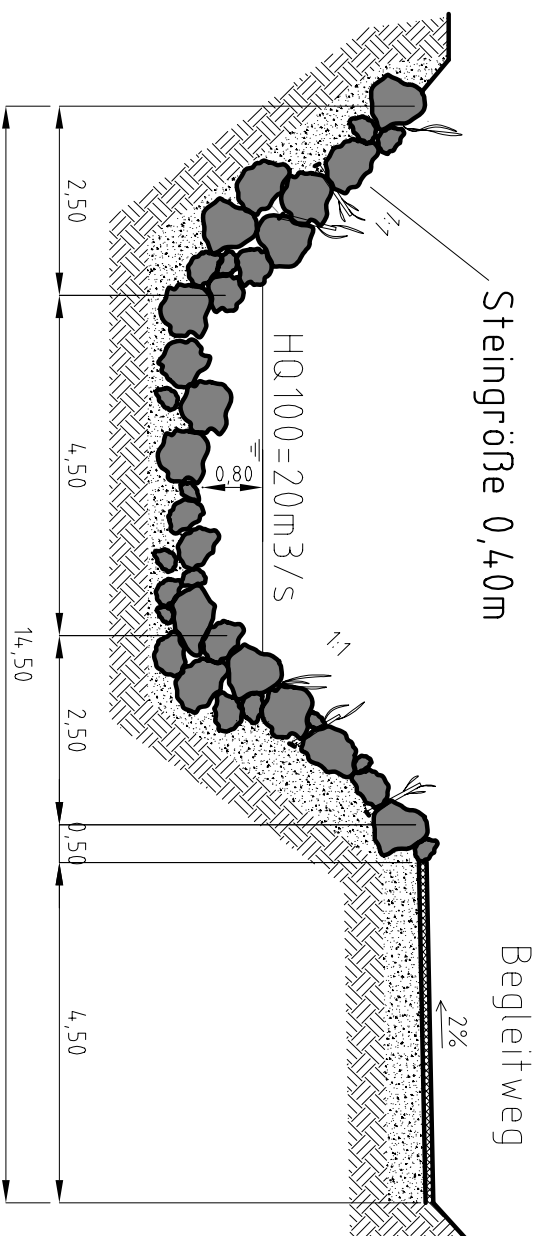
Maßstab 1:100  
 Datum : 08.06.2009  
 Technische Universität Wien  
 Institut für Wasserbau  
 und Ingenieurhydrologie

Diplomarbeit  
 Hochwasserentlastung  
 Thalerbach

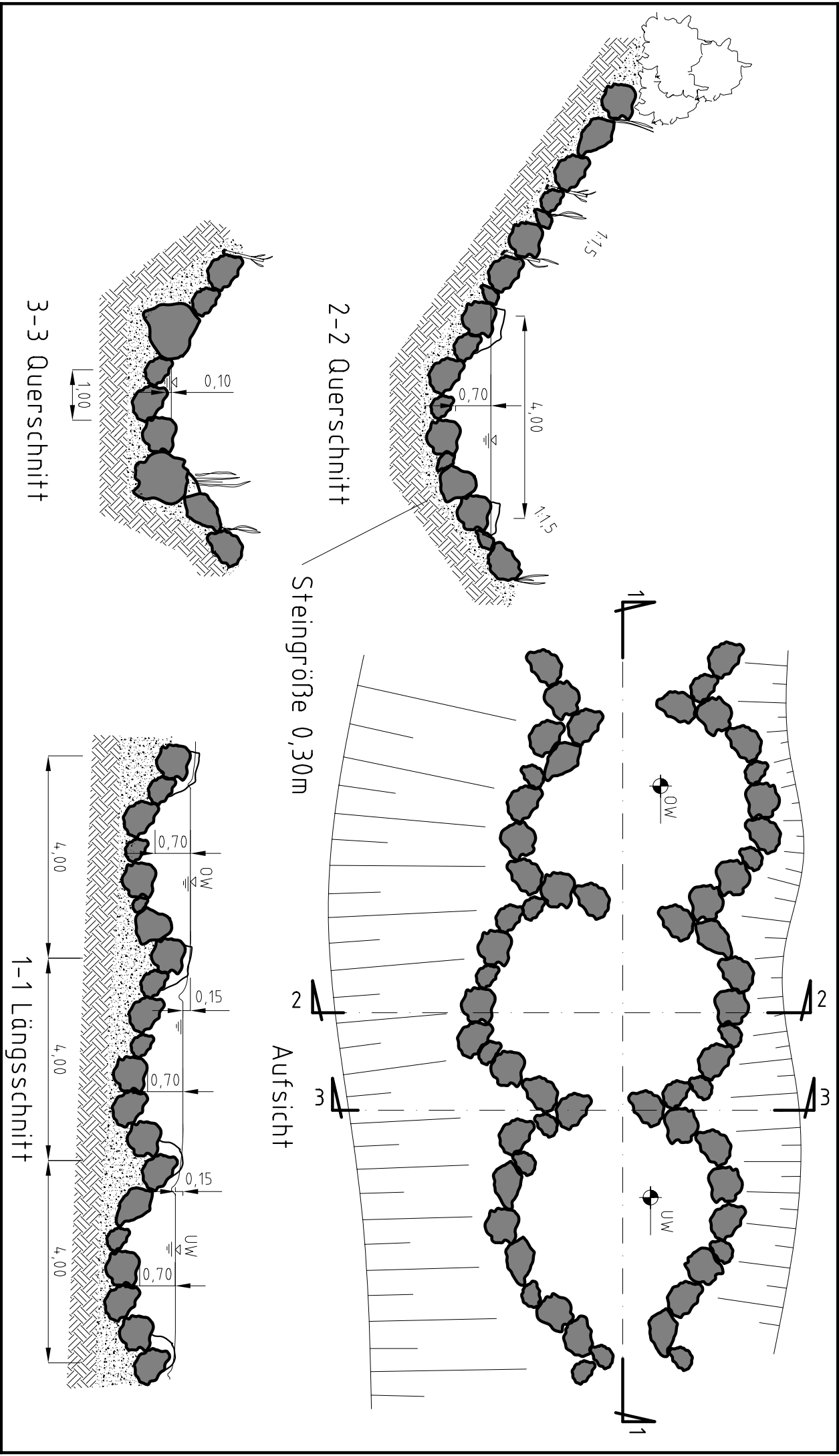
Planverfasser : Ivaylo Valchev  
 Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter  
 Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz



Plan Nr. 33	<b>Profiltyp 9</b> <b>Querschnitt 5-5 hm 2.75</b>	Maßstab 1:100 Datum : 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	<b>Diplomarbeit</b> <b>Hochwasserentlastung</b> <b>Thalerbach</b>	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
----------------	--	-------------------------------------	--	---	---

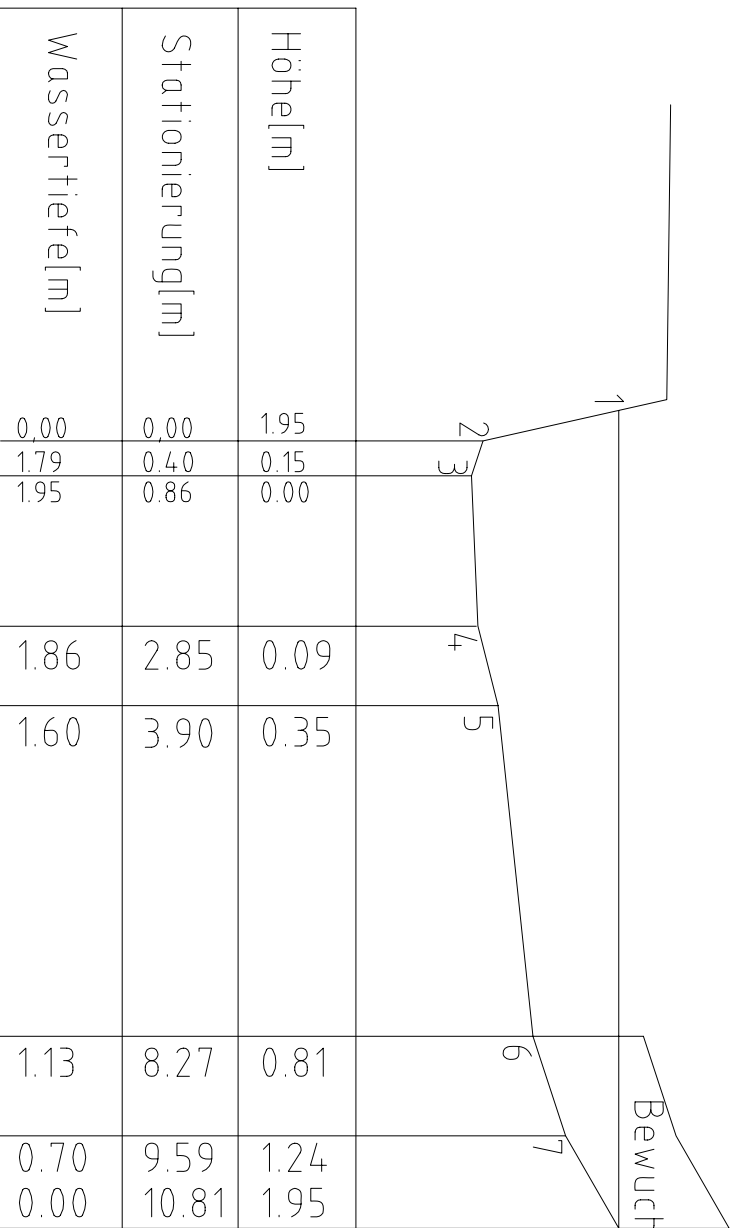


Plan Nr. 34	<b>Profiltyp 10</b> <b>Sohlrampe</b>		Maßstab 1:100 Datum : 08.06.2009	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	Diplomarbeit Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
----------------	---	--	-------------------------------------	--	--	---



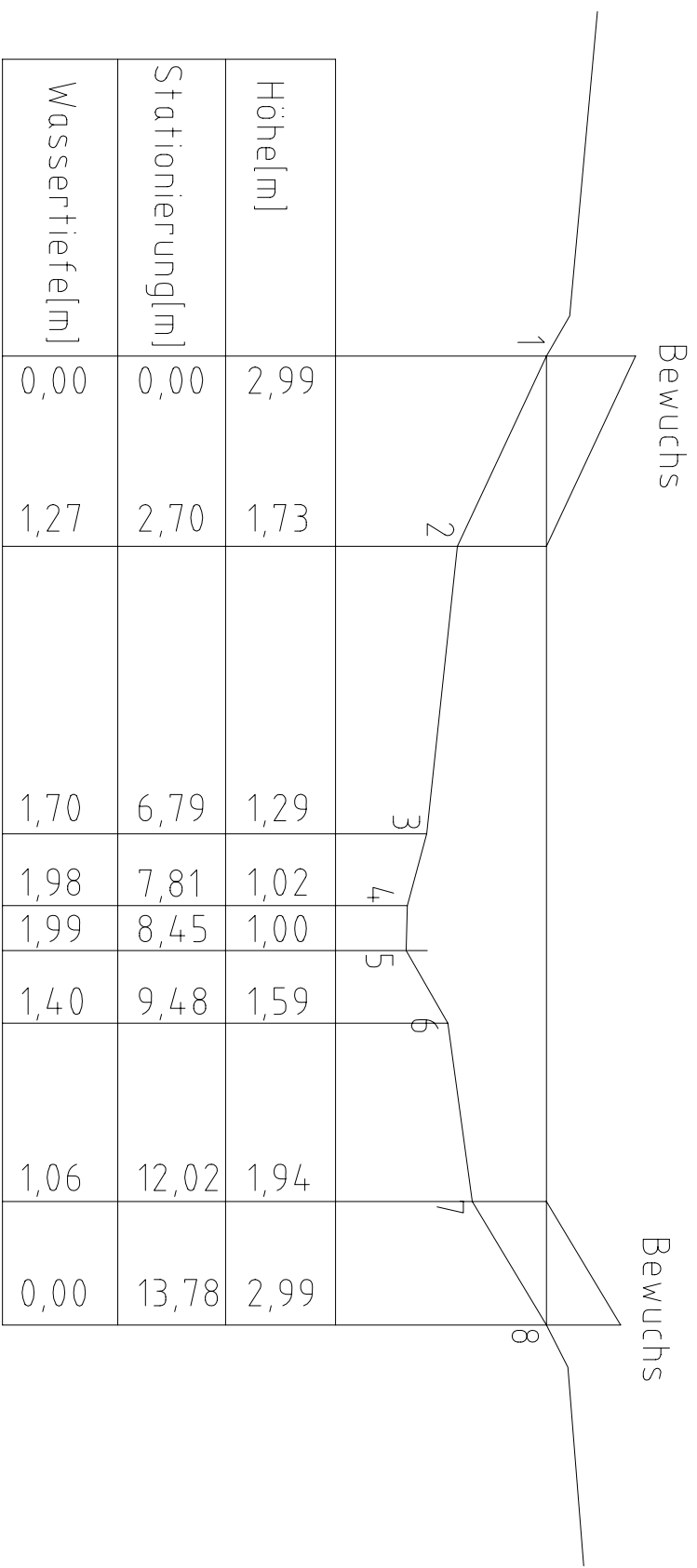
Steingröße 0,30m

Aufsicht

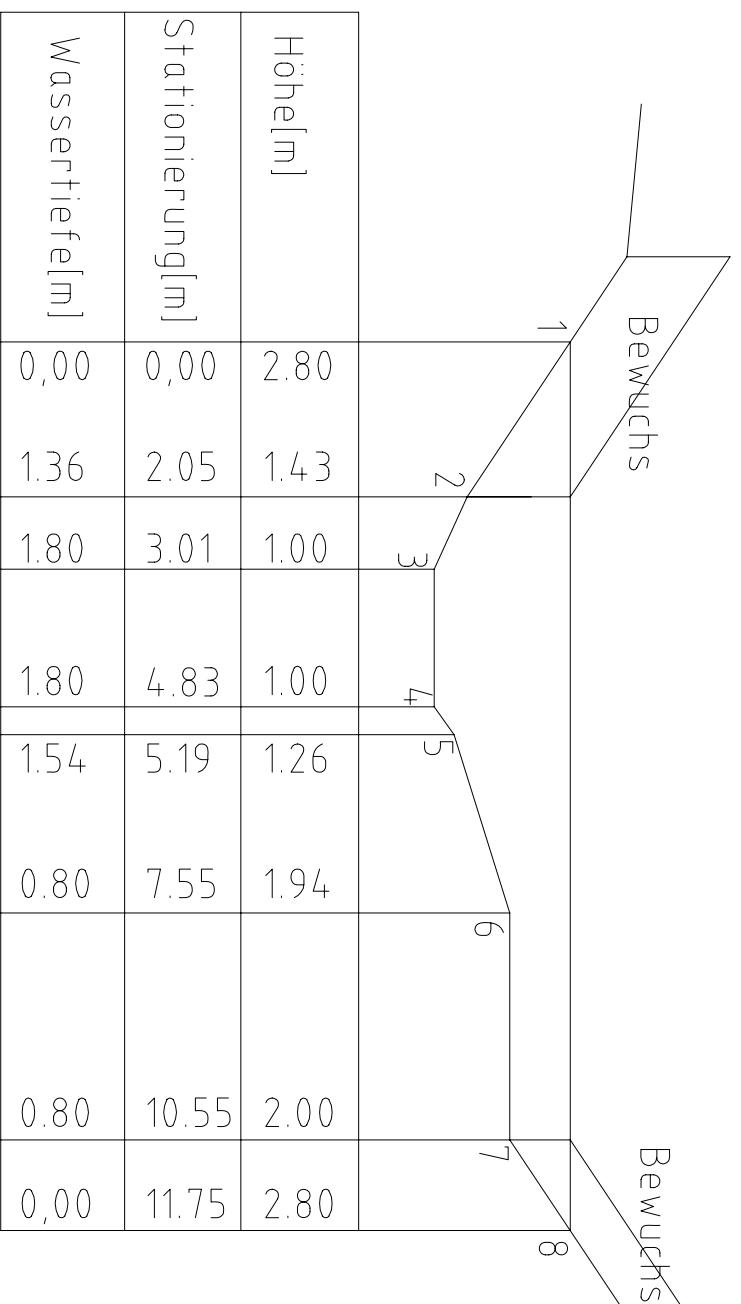


Höhe [m]	Stationierung [m]	Wassertiefe [m]
1,95	0,00	0,00
0,15	0,40	1,79
0,00	0,86	1,95
0,09	2,85	1,86
0,35	3,90	1,60
0,81	8,27	1,13
1,24	9,59	0,70
1,95	10,81	0,00

Plan Nr. <b>37</b>	<b>Profiltyp 6</b>		Maßstab 1:100	Technische Universität Wien Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie	<b>Diplomarbeit</b> Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
Wasserspiegelberechnung nach Mertens		Datum : 08.06.2009				



Plan Nr. <b>38</b>	<b>Profiltyp 7</b>		Maßstab 1:100	Technische Universität Wien	<b>Diplomarbeit</b> <b>Hochwasserentlastung</b> <b>Thalerbach</b>	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
	Wasserspiegelberechnung nach Mertens		Datum : 08.06.2009	Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie		



Plan Nr.	<b>Profiltyp 8</b>		Maßstab 1:100	Technische Universität Wien	<b>Diplomarbeit</b> Hochwasserentlastung Thalerbach	Planverfasser : Ivaylo Valchev Betreuer : Univ. Prof. DI Dr. P Tschernutter Betreuer : OR DI Hubert Honsowitz
<b>39</b>	Wasserspiegelberechnung nach Mertens		Datum : 08.06.2009	Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie		



# 8 Anhang

## 8.1 Berechnungstabellen

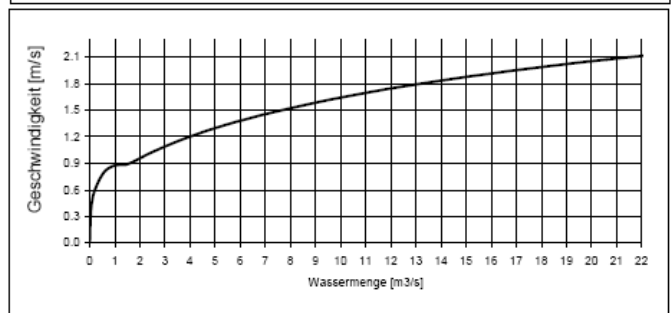
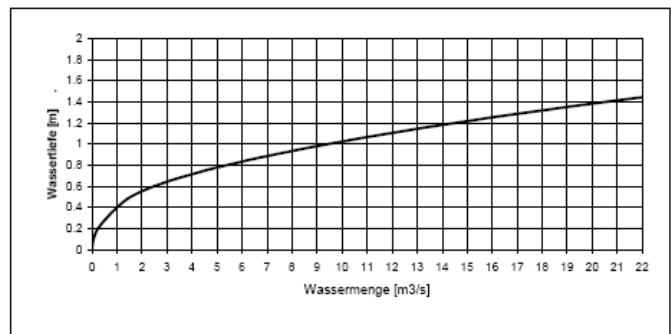
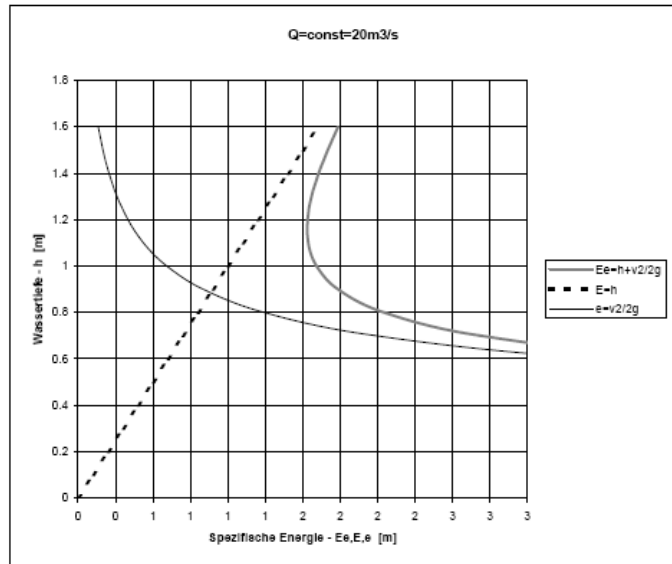
### 8.1.1 Variante 1

#### Profiltyp 1

i 0.015  
 n 0.05  
 k St 20.0  
 Q 20 m<sup>3</sup>/s

Wassertiefe m	Flaeche m <sup>2</sup>	Umfang m	Wasserlaenge m
0	0	0	0
0.1	0.14	4.08	2.03
0.2	0.25	5.97	2.98
0.3	0.34	7.64	3.81
0.4	0.43	9.43	4.07
0.5	0.56	12.92	6.45
0.6	0.7	15.22	7.6
0.7	0.79	16.43	8.2
0.8	0.84	17.38	8.67
0.9	0.89	18.21	9.08
1	0.93	18.97	9.46
1.1	0.96	19.7	9.82
1.2	1	20.47	10.21
1.3	1.04	21.27	10.61
1.4	1.08	22.15	11.05
1.5	1.13	23.24	11.6
1.6	1.21	25.13	12.55

Wassertief m	Umfang m	Flaeche m <sup>2</sup>	Hydr Radius m	C m <sup>1/2</sup> /s	Q m <sup>3</sup> /s	v m/s	He m
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	
0.1	2.05	0.14	0.07	12.76	0.1	0.41	1064.46
0.2	3.01	0.39	0.13	14.22	0.2	0.63	135.35
0.3	3.86	0.73	0.19	15.15	0.6	0.81	38.73
0.4	5.41	1.16	0.21	15.47	1.0	0.88	15.59
0.5	7.81	1.72	0.22	15.54	1.5	0.89	7.40
0.6	8.98	2.42	0.27	16.07	2.5	1.02	4.09
0.7	9.61	3.21	0.33	16.66	3.8	1.18	2.68
0.8	10.12	4.05	0.40	17.17	5.4	1.33	2.04
0.9	10.58	4.94	0.47	17.61	7.3	1.47	1.74
1.0	11.01	5.87	0.53	18.01	9.4	1.61	1.59
1.1	11.43	6.83	0.60	18.35	11.9	1.74	1.54
1.2	11.87	7.83	0.66	18.66	14.5	1.86	1.53
1.3	12.32	8.87	0.72	18.93	17.4	1.97	1.56
1.4	12.81	9.95	0.78	19.17	20.6	2.07	1.61
1.5	13.40	11.08	0.83	19.38	23.9	2.16	1.67
1.6	14.38	12.29	0.85	19.48	27.1	2.21	1.74

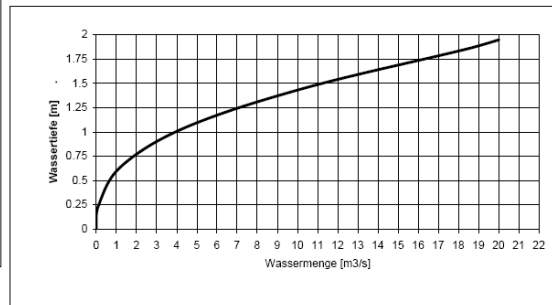
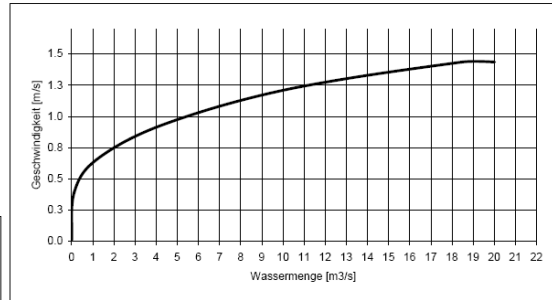
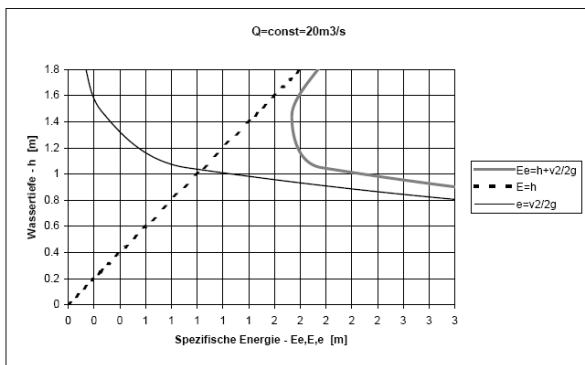


Profiltyp 2

i 0.005  
 n 0.05  
 k St 20.0  
 Q 20 m<sup>3</sup>/s

Wassertiefe m	Flaechе m <sup>2</sup>	Umfang m	Wasserlaenge m
0	0	0	0
0.25	0.32	4.25	2.09
0.65	1.89	11.62	5.75
1.05	4.73	17.03	8.46
1.45	8.45	20.42	10.12
1.85	12.79	23.56	11.42
1.95	13.94	24.22	11.72

Wassertiefе m	Umfang m	Flaechе m <sup>2</sup>	Hydr Radius m	C m <sup>1/2</sup> 0,5/s	Q m <sup>3</sup> /s	v m/s	He m	Fr
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00		
0.25	2.16	0.32	0.15	14.55	0.1	0.40	199.35	199.10 0.25
0.65	5.87	1.89	0.32	16.56	1.3	0.66	6.36	5.71 0.26
1.05	8.69	4.73	0.54	18.07	4.5	0.94	1.96	0.91 0.29
1.45	10.53	8.45	0.80	19.28	10.3	1.22	1.74	0.29 0.32
1.85	12.55	12.79	1.02	20.06	18.3	1.43	1.97	0.12 0.34
1.95	13.63	13.94	1.02	20.08	20.0	1.44	2.05	0.10 0.33

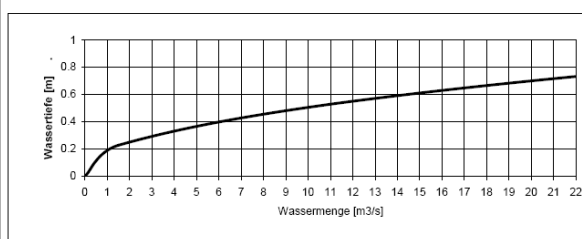
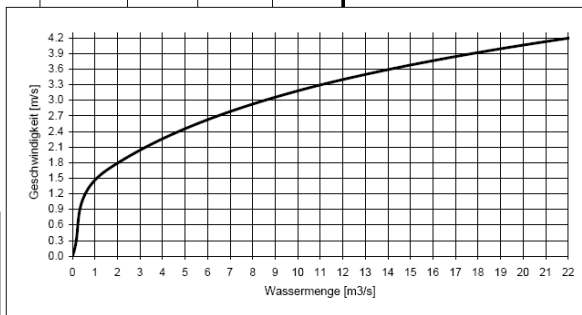
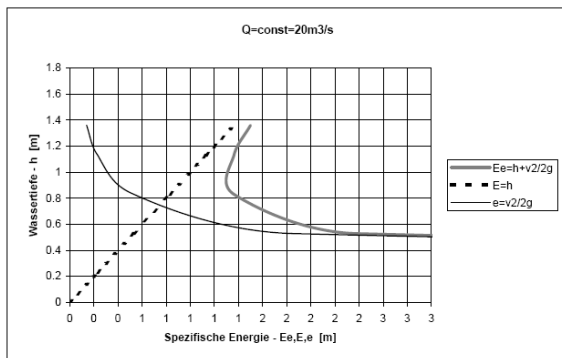


Profiltyp 3

i 0.104  
 n 0.05  
 k St 20.0  
 Q 20 m<sup>3</sup>/s

Wassertiefe m	Flaechе m <sup>2</sup>	Umfang m	Wasserlaenge m
0	0	0	0
0.23	0.92	14.11	7.04
0.53	2.41	18.09	9
0.83	2.86	20.33	10.09
1.13	3.19	22.48	11.16
1.36	2.72	25.87	12.9

Wassertiefе m	Umfang m	Flaechе m <sup>2</sup>	Hydr Radius m	C m <sup>1/2</sup> 0,5/s	Q m <sup>3</sup> /s	v m/s	He m
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	
7.07	0.92	0.13	0.13	14.24	1.5	1.66	24.32 24.09
9.12	3.33	0.37	0.37	16.91	11.0	3.29	2.37 1.84
10.36	6.19	0.60	0.60	18.35	28.3	4.58	1.36 0.53
11.59	9.38	0.81	0.81	19.31	52.5	5.60	1.36 0.23
13.4	12.10	0.90	0.90	19.66	72.9	6.03	1.50 0.14



### 8.1.2 Variante 2

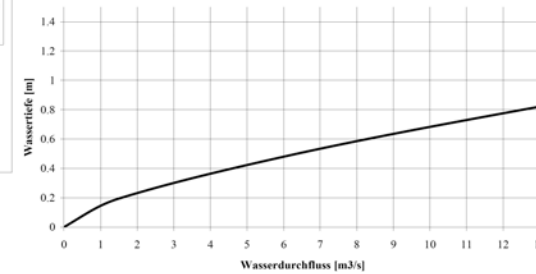
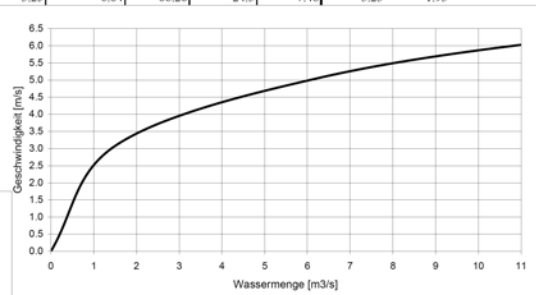
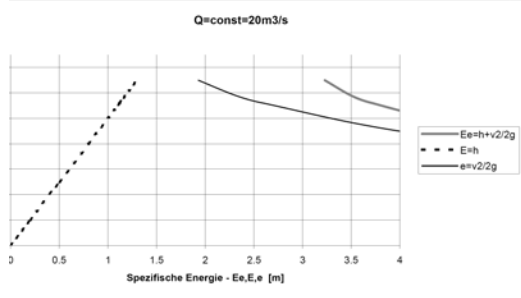
#### Profiltyp 1

i 0.02  
 n 0.014 Anzahl Öffnungen 1  
 k St 71.4  
 Q 20 m<sup>3</sup>/s

Wassertiefe m	Fläche m <sup>2</sup>	Umfang m	Wasseroberfläche m
0	0	0	0
0.2	0.5	5.4	2.5
0.5	1.25	6	2.5
0.8	2	6.6	2.5
1.12	2.8	7.24	2.5
1.3	3.25	7.6	2.5

Wassertiefe m	Umfang m	Fläche m <sup>2</sup>	Hydr Radius m	C m <sup>0.5</sup> /s	Q m <sup>3</sup> /s	v m/s	He m
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.2	2.9	0.50	0.17	53.29	1.6	3.13	81.75
0.5	3.5	1.25	0.36	60.17	6.4	5.08	13.55
0.8	4.1	2.00	0.49	63.37	12.5	6.26	5.90
1.12	4.74	2.80	0.59	65.43	19.9	7.11	3.72
1.3	5.1	3.25	0.64	66.26	24.3	7.48	3.23

Fr  
 2.23  
 2.30  
 2.23  
 2.15  
 2.09



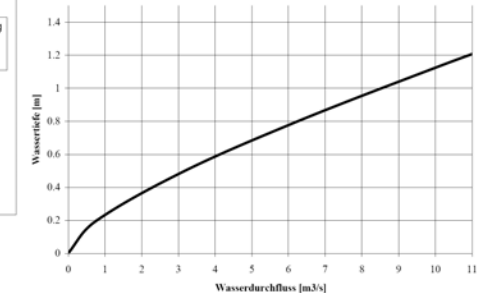
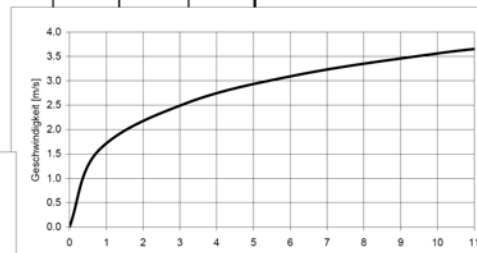
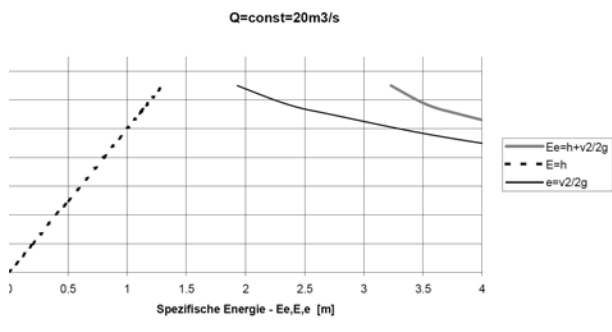
#### Profiltyp 2

i 0.005  
 n 0.014 Anzahl Öffnungen 1  
 k St 71.4  
 Q 20 m<sup>3</sup>/s

Wassertiefe m	Fläche m <sup>2</sup>	Umfang m	Wasseroberfläche m
0	0	0	0
0.2	0.5	5.4	2.5
0.5	1.25	6	2.5
0.8	2	6.6	2.5
1.12	2.8	7.24	2.5
1.3	3.25	7.6	2.5

Wassertiefe m	Umfang m	Fläche m <sup>2</sup>	Hydr Radius m	C m <sup>0.5</sup> /s	Q m <sup>3</sup> /s	v m/s	He m
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.2	2.9	0.50	0.17	53.29	0.8	1.56	81.75
0.5	3.5	1.25	0.36	60.17	3.2	2.54	13.55
0.8	4.1	2.00	0.49	63.37	6.3	3.13	5.90
1.12	4.74	2.80	0.59	65.43	10.0	3.56	3.72
1.3	5.1	3.25	0.64	66.26	12.2	3.74	3.23

Fr  
 1.12  
 1.15  
 1.12  
 1.07  
 1.05

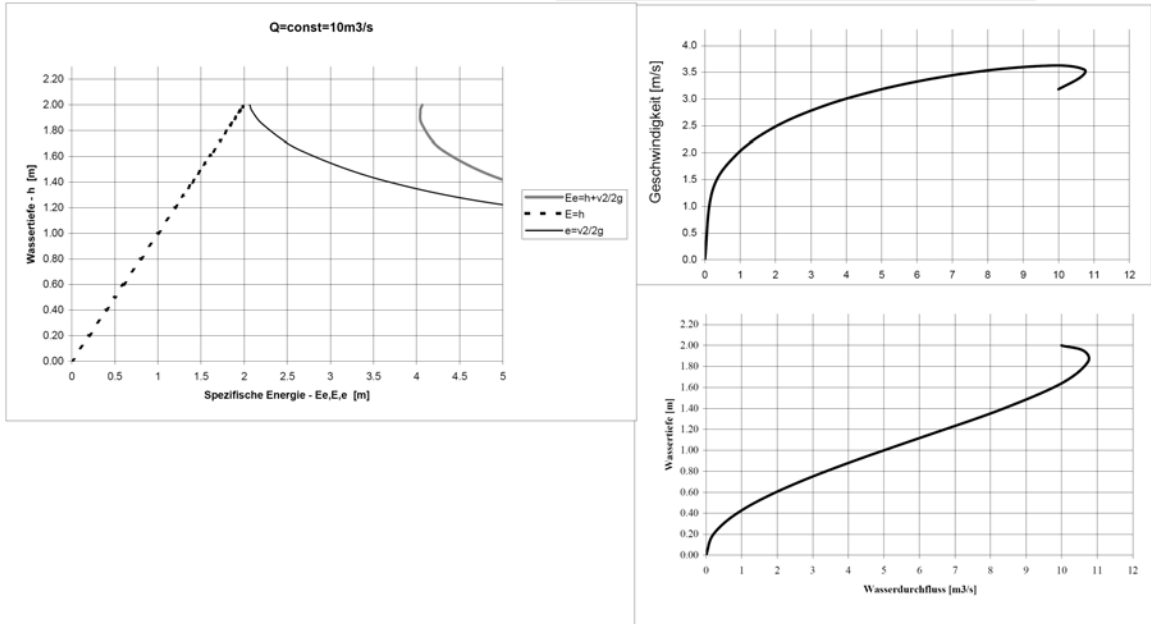


### 8.1.3 Variante 3

i	0.005
n	0.014
k St	71.4
Q	20 m <sup>3</sup> /s
Rohrradius	1
Rohrdiameter	2
Rohranzahl	2

Wassertiefe m	Tita °	Flaeche m <sup>2</sup>	Umfang m	Wasserlaenge m
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	5.00	2.98	1.29	1.20
0.40	4.43	2.69	1.85	1.60
0.60	3.96	2.35	2.32	1.83
0.80	3.54	1.97	2.74	1.96
1.00	3.14	1.57	3.14	2.00
1.20	2.74	1.17	3.54	1.96
1.40	2.32	0.79	3.96	1.83
1.64	1.75	0.38	4.53	1.54
1.84	1.15	0.12	5.14	1.09
1.95	0.64	0.02	5.65	0.62
2.00	0.00	0.00	6.28	0.00

Tiefe m	Umfang m	Flaeche m <sup>2</sup>	Hydr.Radius m	C m <sup>0.5</sup> /s	Q m <sup>3</sup> /s	v m/s	He m
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.20	1.29	0.16	0.13	50.64	0.2	1.28	762.84
0.40	1.85	0.45	0.24	56.35	0.9	1.96	102.30
0.60	2.32	0.79	0.34	59.73	2.0	2.47	33.05
0.80	2.74	1.17	0.43	62.02	3.4	2.87	15.61
1.00	3.14	1.57	0.50	63.64	5.0	3.18	9.26
1.20	3.54	1.97	0.56	64.76	6.7	3.41	6.46
1.40	3.96	2.35	0.59	65.46	8.4	3.56	5.10
1.64	4.53	2.76	0.61	65.75	10.0	3.63	4.32
1.84	5.14	3.02	0.59	65.39	10.7	3.55	4.07
1.95	5.65	3.12	0.55	64.70	10.6	3.40	4.04
2.00	6.28	3.14	0.50	63.64	10.0	3.18	4.07



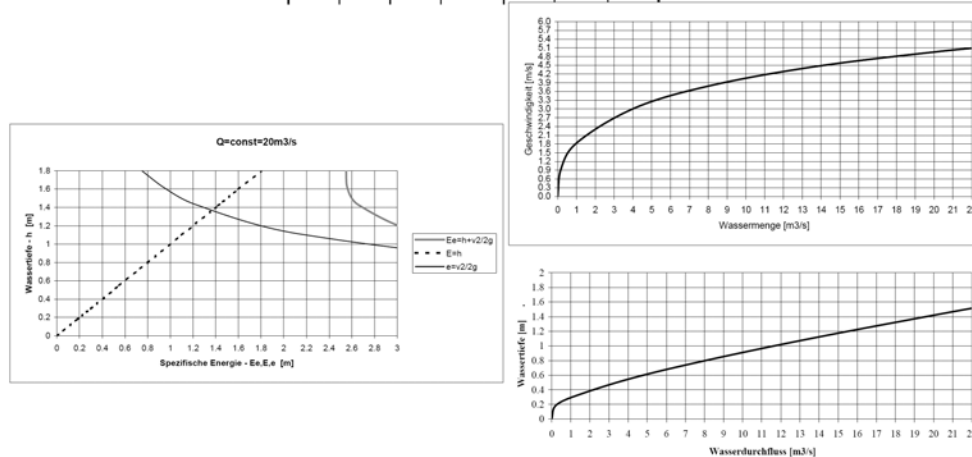
### 8.1.4 Variante 4

#### Profiltyp 1

i	0.01
n	0.018
k St	62.5
Q	20 m <sup>3</sup> /s

Wassertiefe m	Flaeche m <sup>2</sup>	Umfang m	Wasserlaenge m
0	0	0	0
0.18	0.196	6.34	3.1
0.3	0.567	6.58	3.1
0.55	1.342	7.08	3.1
0.8	2.117	7.58	3.1
1.1	3.047	8.18	3.1
1.42	4.039	8.82	3.1
1.6	4.597	9.18	3.1
1.8	5.217	9.58	3.1

Wassertief m	Umfang m	Flaeche m <sup>2</sup>	Hydr. Radius m	C m <sup>0.5</sup> /s	Q m <sup>3</sup> /s	v m/s	He m
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.18	6.34	0.20	0.06	36.13	0.2	0.98	536.34
0.3	6.58	0.57	0.16	46.19	1.1	1.88	63.72
0.55	7.08	1.34	0.34	52.14	4.1	3.03	11.87
0.8	7.58	2.12	0.47	55.16	8.0	3.79	5.35
1.1	8.18	3.05	0.60	57.40	13.5	4.45	3.30
1.42	8.82	4.04	0.71	58.98	20.0	4.98	2.67
1.6	9.18	4.60	0.76	59.65	23.8	5.19	2.56
1.8	9.58	5.22	0.81	60.28	26.2	5.41	2.55



Profiltyp 2 der Variante 4 ist wie Profiltyp 2 der Variante 1.

### 8.1.5 Entlastungsgerinne Thalerbach

#### Profiltyp 4

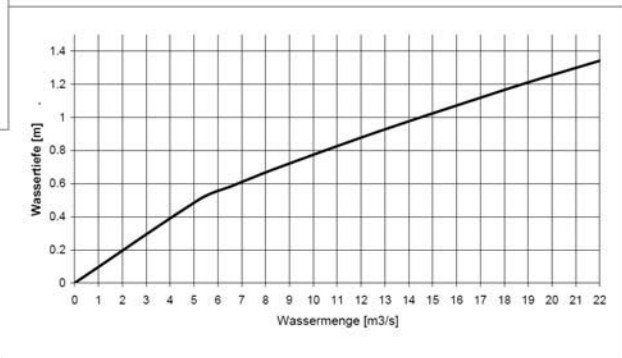
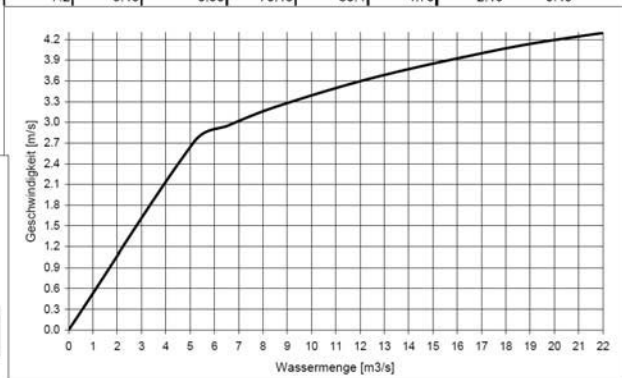
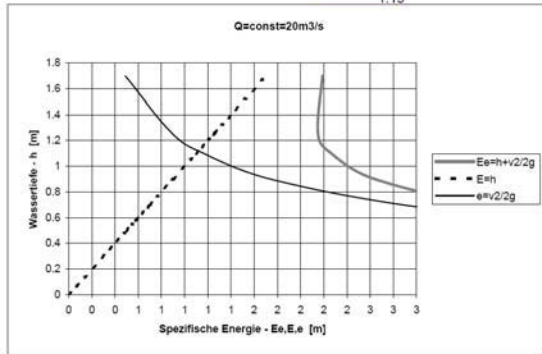
i	0,005		
n	0,014	Anzahl Öffnungen	1
k St	71,4		
Q	20 m <sup>3</sup> /s		

Breite	Wassertiefe	Fläche	Umfang	Wasseroberfläche
3,8 m		m <sup>2</sup>	m	m
	0	0	0	0
	0,5	1,9	8,6	3,8
	0,58	2,20	8,76	3,8
	0,7	2,66	9	3,8
	0,9	3,42	9,4	3,8
	1,1	4,18	9,8	3,8
	1,26	4,788	10,12	3,8
	1,7	6,46	11	3,8

Wassertief	Umfang	Fläche	Hydr Radius	C	Q	v	He
m	m	m <sup>2</sup>	m		m <sup>3</sup> /s	m/s	m
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	
0,5	4,8	1,90	0,40	61,21	5,2	2,72	6,15
0,58	4,96	2,20	0,44	62,40	6,5	2,94	4,78
0,7	5,2	2,66	0,51	63,88	8,6	3,23	3,58
0,9	5,6	3,42	0,61	65,79	12,4	3,64	2,64
1,1	6	4,18	0,70	67,25	16,6	3,97	2,27
1,26	6,32	4,79	0,76	68,20	20,1	4,20	2,15
1,7	7,2	6,46	0,90	70,15	30,4	4,70	2,19

Fr

2,352941	1,23
	1,23
	1,22
	1,21
	1,19
	1,15





Profiltyp 6 – Berechnung 2 nach Mertens

Typ Profil 6

Stationen	Z Höhe	k(s)	abr(Ay)	abr(Δz)	WSp-z	ΔF	ΔU	R	$\Delta b_{\text{max}}$	$F_{\text{max}}$	Fliessiefe (cm)
0	0,00	2,95			0,000						0,00000
1	0,40	1,800	0,40	1,800	0,000	0,28000	1,84391	0,15165	0,40000		0,28000 = $\Sigma(F_{\text{max}})$
2	0,86	1,00	0,46	0,150	0,67850	0,48384	1,40233				140,00000
3	0,86	1,00	1,99	0,090	1,550	2,99495	1,99203	1,50346			155,00000
4	2,85	1,09	1,05	0,260	1,460	1,39650	1,08171	1,29101			146,00000
5	3,90	1,35	4,37	0,460	1,200	4,23890	4,39414	0,96467			120,00000
6	3,90	1,35	1,32	0,430	0,69300	1,38627	0,49918				74,00000
7	9,59	2,24	1,22	0,710	0,310	0,18910	1,41156	0,13397	1,32000	0,69300	31,00000
8	10,81	2,95			0,000				2,54000	0,18910	0,00000
									$\Delta b_{\text{max}}$	$F_{\text{max}}$	

$b_0 = 7,87000$   
 Schätzung  $(1)b_{\text{max}} = 2,44500 \Rightarrow (2)b_{\text{max}} = 2,44420 \Delta b_{\text{max}} = -0,00080$  = Genauigkeitsprüfung

**Trennfäche links**  
 $r_{T,sk} = 1,400$   $b_{T,sk} = 0,40000$   $b_{\text{max},sk} = b_{\text{max}} = 2,44500$   
 Berechnung von  $F_{T,sk}$   $F_{T,sk} = 0,28000$   $k_{T,sk} = 0,300000000$   
 $b_{\text{max},sk} = 0,20000$   $\lambda_{T,sk} = 0,06413$

**Trennfäche rechts**  
 $r_{T,sk} = 0,310$   $b_{T,sk} = 2,54000$   $b_{\text{max},sk} = b_{\text{max}} = 2,44500$   
 Berechnung von  $F_{T,sk}$   $F_{T,sk} = 0,88210$   $k_{T,sk} = 2,892589529$   
 $b_{\text{max},sk} = 2,84548$   $\lambda_{T,sk} = 0,14237$

**Sohle (Fluss-Schlauch)**  
 $F_T = 9,30885$   $k_{\text{So}} = 0,200$   
 $U_{\text{So}} + r_{T,sk} + r_{T,sk} = 9,68173$   $U_{\text{So}} = 7,95173$   
 $R_{\text{So}} = 0,96349$

**Teilflächen Raden** für  $v_{\text{neu}} = 2,17490$   
 (1) $R_{T,sk} = 2,79900$  (2) $R_{T,sk} = 0,728362$   
 (1) $F_{T,sk} = 1,01971$  (2) $F_{T,sk} = 1,01971$

**Summe**  
 (1) $R_{\text{So}} = 1,14200$  (2) $R_{\text{So}} = 0,912691$   
 (1) $F_{\text{So}} = 7,25747$  (2) $F_{\text{So}} = 7,25747$   
 Summe (2) $F_T = 9,30871$   
 $\Delta F_T = -0,00014$  = Genauigkeitsprüfung  
 $\lambda_{\text{gen}} = 0,07993$   
 $Q = 20,24582$

**Bewuchparameter Böschung rechts:**  
 $a_{r,sk} = 0,300$   $d_{r,sk} = 10,00000 = f_3$   $9,00000 = a_{r,sk} \cdot d_{r,sk} \cdot l$

$x(1) = -0,28620$   $y(1) = 2,31000$   
 $x(2) = -3,73262$   $y(2) = 2,00000$   
 $x = 0,00000$   $y = 2,33577$

Tita c 0,03  
 h/R 1,95  
 d= 0,20 na listata of 04.06.08

neu  $v = 2,174932002$

Profiltyp 6 – Berechnung 3 nach Mertens

Typ Profil 6

Y Stationen	Z Höhe	k(s)	abr(Ay)	abr(Δz)	WSp-z	ΔF	ΔU	R	$\Delta b_{\text{max}}$	$F_{\text{max}}$	Fliessiefe (cm)
1	0,00	2,95			0,000						0,00000
2	0,40	1,800	0,40	1,800	0,000	0,18000	1,84391	0,09762	0,40000		0,18000 = $\Sigma(F_{\text{max}})$
3	0,86	1,00	0,46	0,150	0,960	0,44850	0,48384	0,92696			90,00000
4	0,86	1,00	1,99	0,090	1,050	1,99995	1,99203	1,00397			105,00000
5	2,85	1,09	1,05	0,260	0,960	0,87150	1,08171	0,80567			96,00000
6	3,90	1,35	4,37	0,460	0,700	2,05390	4,39414	0,46742			70,00000
7	3,90	1,35	1,32	0,430	0,240	0,03300	1,38627	0,02377			24,00000
8	9,59	2,24	1,22	0,710	-0,190	-0,11590	1,41156	-0,08211	1,32000	0,03300	-19,00000
9	10,81	2,95			0,000				2,54000	-0,11590	0,00000
									$\Delta b_{\text{max}}$	$F_{\text{max}}$	

$b_0 = 7,87000$   
 Schätzung  $(1)b_{\text{max}} = 3,65300 \Rightarrow (2)b_{\text{max}} = 3,65360 \Delta b_{\text{max}} = 0,00063$  = Genauigkeitsprüfung

**Trennfäche links**  
 $r_{T,sk} = 0,900$   $b_{T,sk} = 0,40000$   $b_{\text{max},sk} = b_{\text{max}} = 3,65300$   
 Berechnung von  $F_{T,sk}$   $F_{T,sk} = 0,18000$   $k_{T,sk} = 0,300000000$   
 $b_{\text{max},sk} = 0,20000$   $\lambda_{T,sk} = 0,05623$

**Trennfäche rechts**  
 $r_{T,sk} = -0,190$   $b_{T,sk} = 2,54000$   $b_{\text{max},sk} = b_{\text{max}} = 3,65300$   
 Berechnung von  $F_{T,sk}$   $F_{T,sk} = -0,08290$   $k_{T,sk} = 0,481638663$   
 $b_{\text{max},sk} = 0,43632$   $\lambda_{T,sk} = 0,06489$

**Sohle (Fluss-Schlauch)**  
 $F_T = 5,37385$   $k_{\text{So}} = 0,200$   
 $U_{\text{So}} + r_{T,sk} + r_{T,sk} = 8,66173$   $U_{\text{So}} = 7,95173$   
 $R_{\text{So}} = 0,62041$

**Teilflächen Raden** für  $v_{\text{neu}} = 1,77150$   
 (1) $R_{T,sk} = 2,79900$  (2) $R_{T,sk} = 0,504388$   
 (1) $F_{T,sk} = 0,45395$  (2) $F_{T,sk} = 0,45395$

**Summe**  
 (1) $R_{\text{So}} = 1,14200$  (2) $R_{\text{So}} = 0,635317$   
 (1) $F_{\text{So}} = 5,05187$  (2) $F_{\text{So}} = 5,05187$   
 Summe (2) $F_T = 5,37448$   
 $\Delta F_T = 0,00063$  = Genauigkeitsprüfung  
 $\lambda_{\text{gen}} = 0,07758$   
 $Q = 9,51978$

**Bewuchparameter Böschung rechts:**  
 $a_{r,sk} = 0,300$   $d_{r,sk} = 10,00000 = f_3$   $9,00000 = a_{r,sk} \cdot d_{r,sk} \cdot l$   
 $a_{r,sk} = 0,300$   $10 \cdot d_{r,sk} = 0,300000$   $B = 810,00000$   $0,81000 = B/1000$   
 $d_{r,sk} = 0,030$  für  $a_{r,sk} = 10 \cdot d_{r,sk}$   $f_3 = 10$   
 $c = 1,00074$

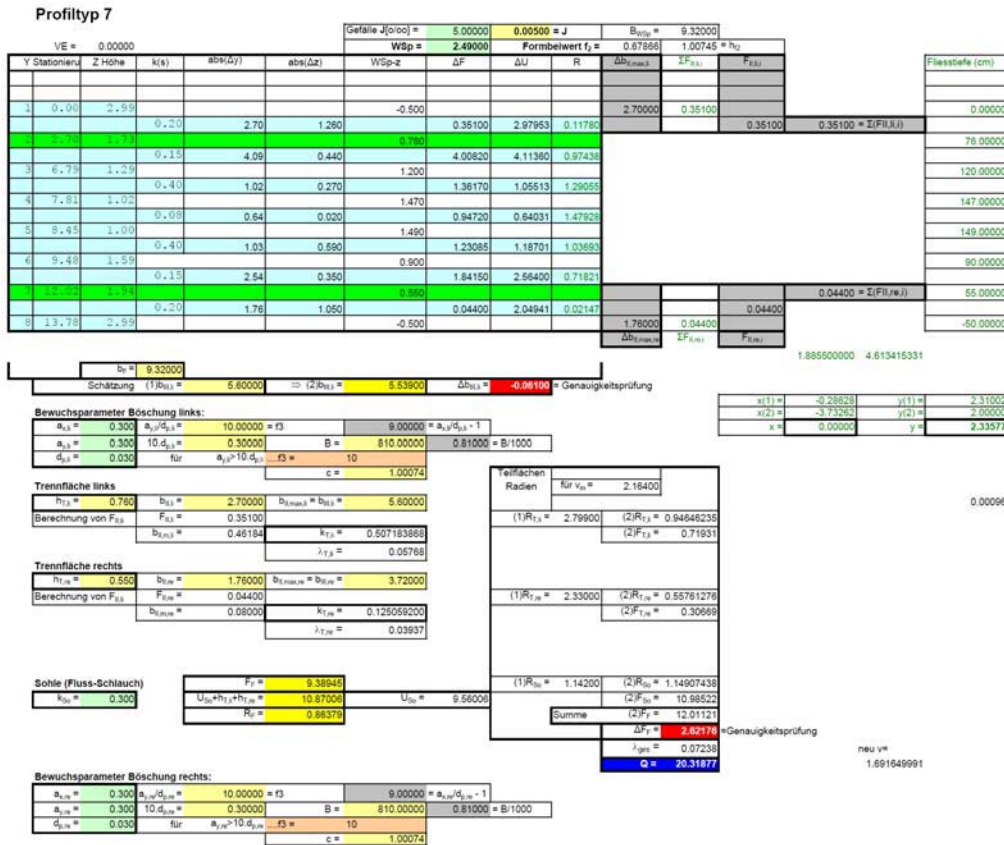
$x(1) = -0,28620$   $y(1) = 2,31000$   
 $x(2) = -3,73262$   $y(2) = 2,00000$   
 $x = 0,00000$   $y = 2,33577$

Tita c 0,03  
 h/R 1,95  
 d= 0,20 na listata of 04.06.08

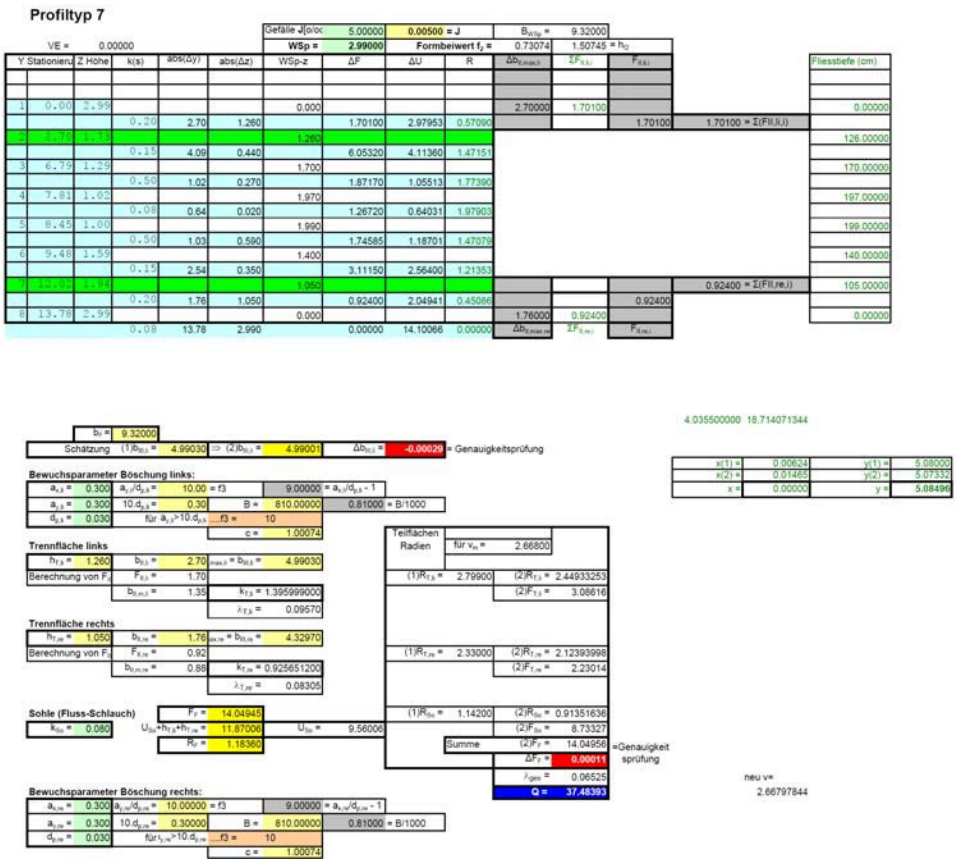
neu  $v = 1,771291891$



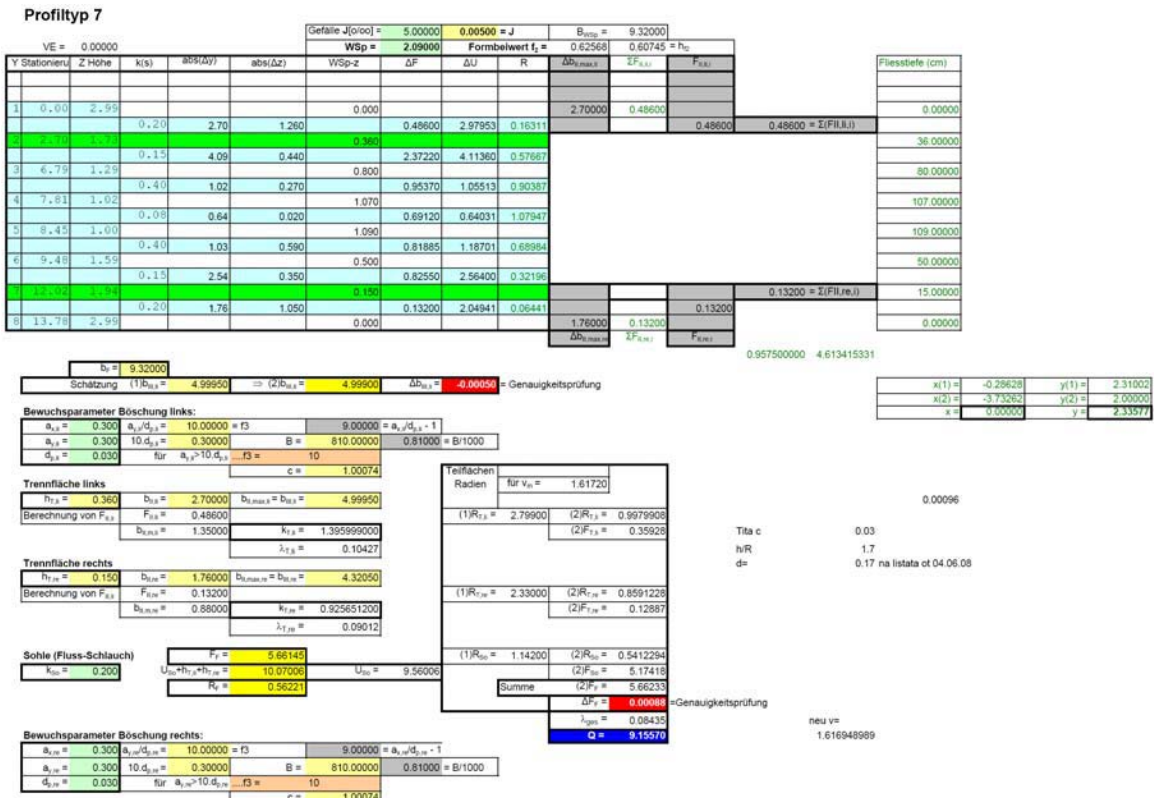
Profiltyp 7 – Berechnung 1 nach Mertens



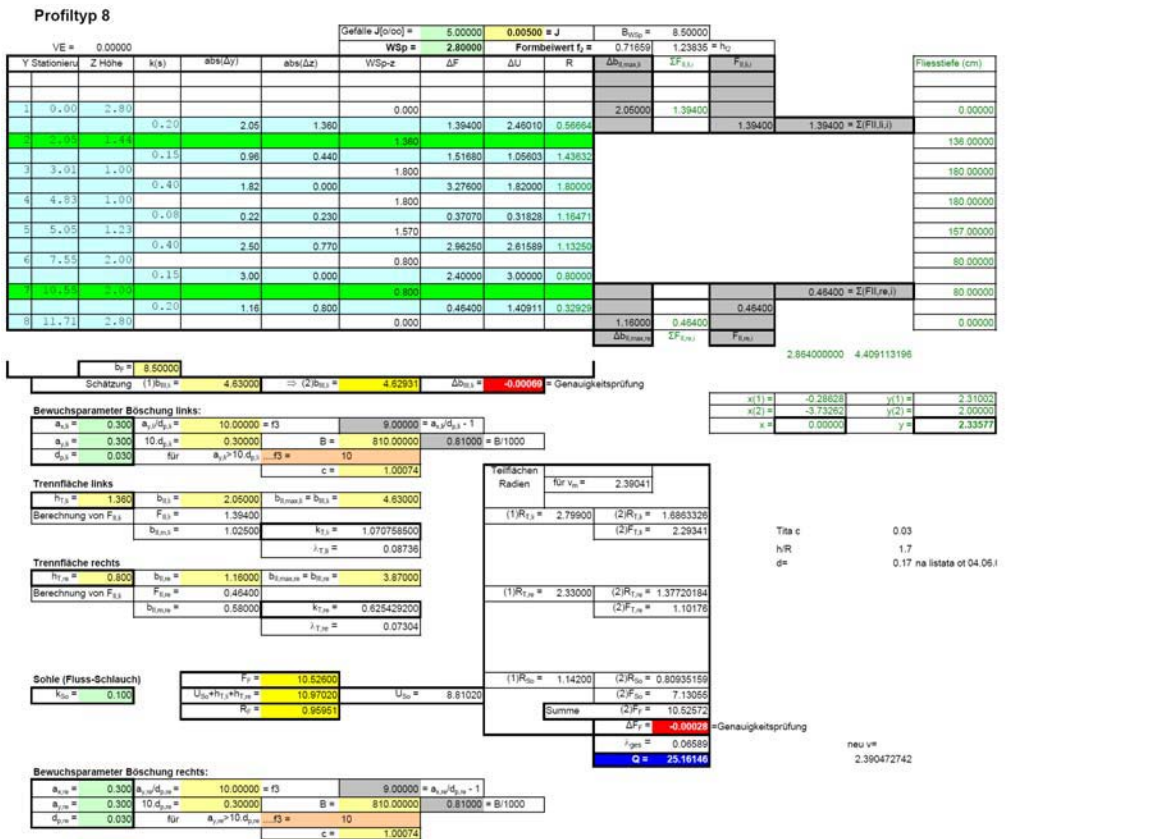
Profiltyp 7 – Berechnung 2 nach Mertens



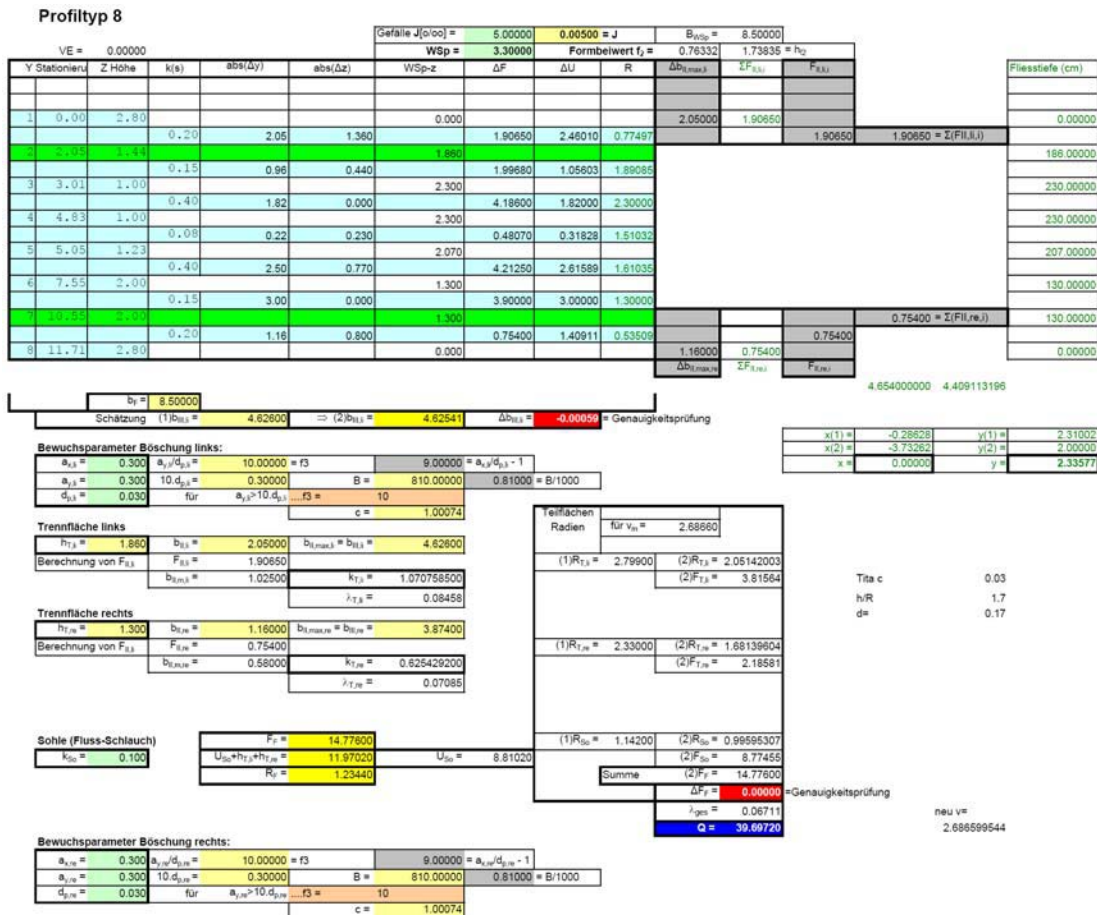
Profiltyp 7 – Berechnung 3 nach Mertens



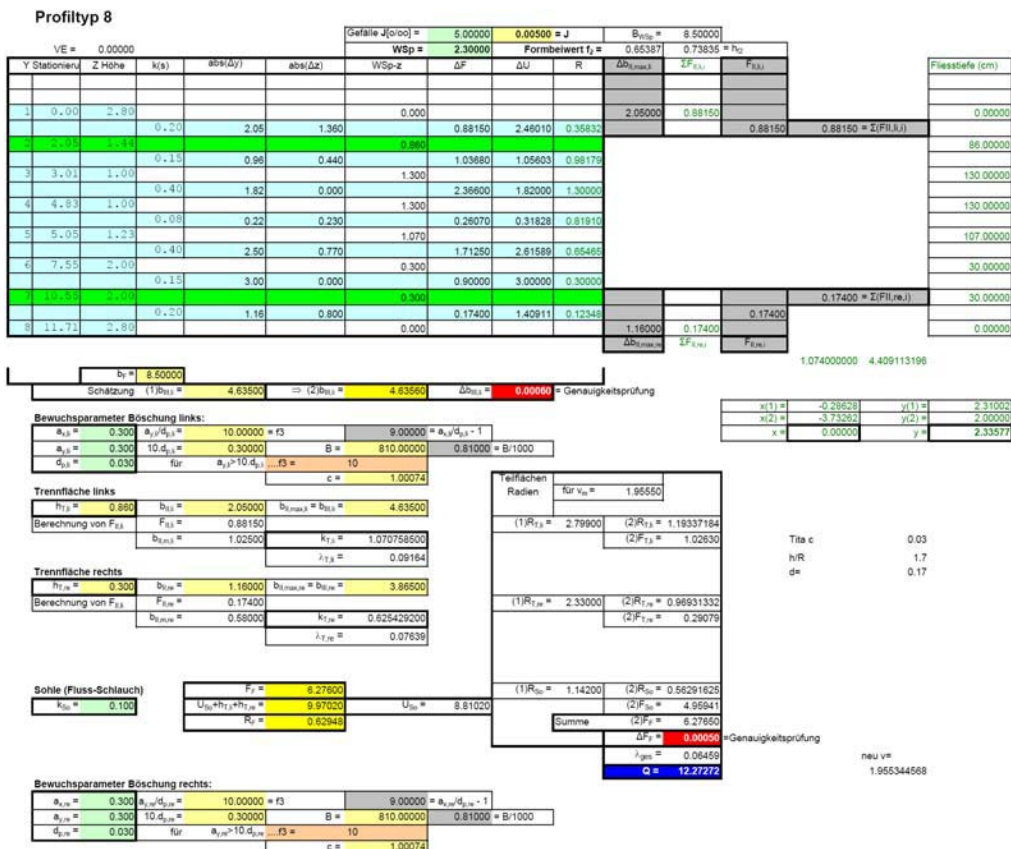
Profiltyp 8 – Berechnung 1 nach Mertens



Profiltyp 8 – Berechnung 2 nach Mertens



Profiltyp 8 – Berechnung 3 nach Mertens



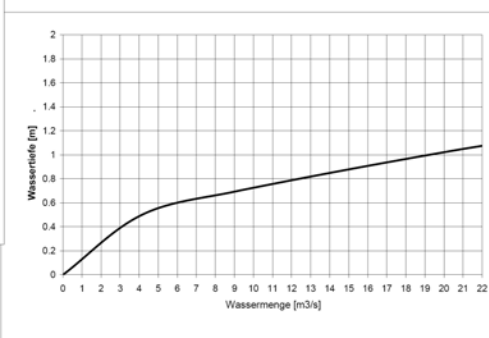
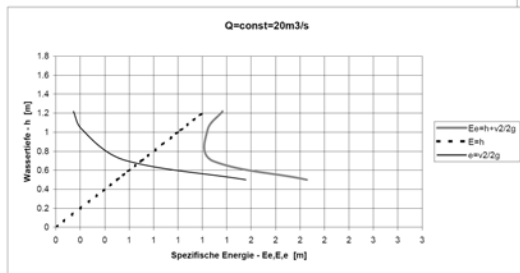
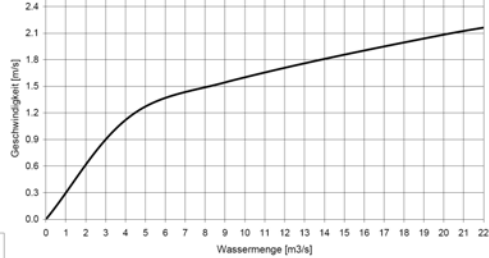
Profiltyp 9

			i	0.005		
			k St	37.5		
			Q	20 m <sup>3</sup> /s		
			Wasserflaechen Umfang Wasserlaenge			
a	b	h	m	m <sup>2</sup>	m	m
11.48	11.48	0.2	0.5	3.62	24.24	11.48
11.48	11.48	0.32	0.7	2.30		11.48
11.48	11.48	0.2	1.02	3.87		11.48
11.48	11.48	0.2	1.22	2.30		11.48

Kstr,m=		37.51							
Uges=	13.16	Ubet=	1.62	Uasph=	3	Uso=	3.643	Uerde=	4.9
Fr		0.52							
		0.59							
		0.66							
		0.68							

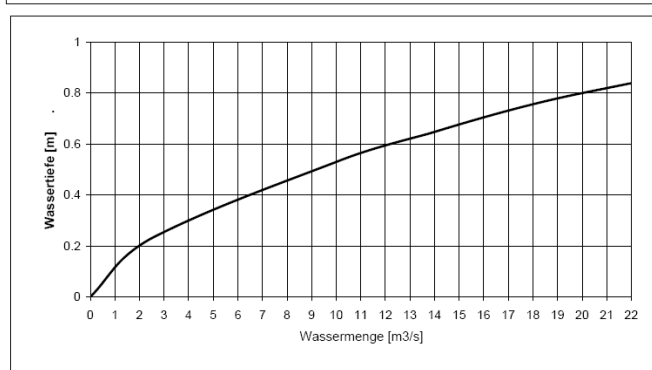
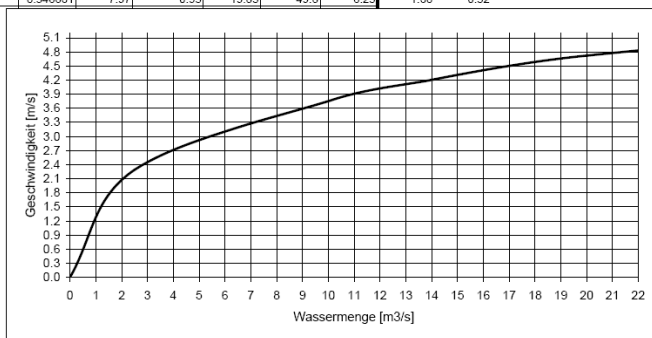
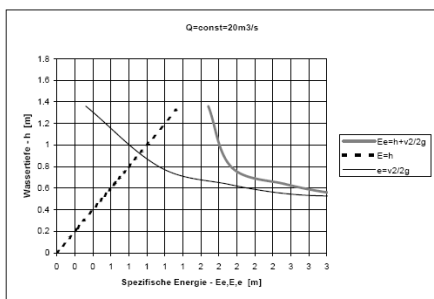
Wassertief	Umfang	Flaechen	Hydr Radius	C	Q	v	He
m	m	m <sup>2</sup>	m	m <sup>0.5</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m/s	m
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.5	12.76	3.62	0.28	30.40	4.1	1.14	2.06
0.7	13.16	5.92	0.45	32.82	9.2	1.56	1.28
1.02	13.80	9.59	0.69	35.29	19.9	2.08	1.24
1.22	14.20	11.89	0.84	36.40	28.0	2.36	1.36



Profiltyp 10

			i	0.104		
			n	0.05		
			k St	20.0		
			Q	20 m <sup>3</sup> /s		
			Wassertiefe Flaechen Umfang Wasserlaenge			
a	b	h	m	m <sup>2</sup>	m	m
4.5	4.5	0	0	0	0	
4.5	4.96	0.23	1.0879	5.150538		
4.5	5.56	0.53	2.6659	5.999066		
4.5	5.78	0.64	3.2896	6.310193		
4.5	6.1	0.8	4.24	6.762742		
4.5	7.22	1.36	7.9696	8.346661		

Wassertief	Umfang	Flaechen	Hydr Radius	C	Q	v	He
m	m	m <sup>2</sup>	m	m <sup>0.5</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m/s	m
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5.150538	1.09	0.21	15.43	2.5	2.29	17.46	17.23
5.999066	2.67	0.44	17.47	10.0	3.76	3.40	2.87
6.310193	3.29	0.52	17.94	13.7	4.18	2.52	1.88
6.762742	4.24	0.63	18.50	20.0	4.72	1.93	1.13
8.346661	7.97	0.95	19.85	49.8	6.25	1.68	0.32





## 8.2 Benutzte Unterlagen

### 8.2.1 Hydrologisches Gutachten

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG  
ABTEILUNG 19 WASSERWIRTSCHAFT UND ABFALLWIRTSCHAFT



Das Land  
Steiermark

Fachabteilung 19A

DI  
Dietmar Lautscham  
FA19B

→ Wasserwirtschaftliche  
Planung und  
Siedlungswasserwirtschaft



Referat I Hydrographie

8010 Graz, Stempfergasse 7

Bearbeiter: Verwüster

Tel.: DW 0316-877 3652

FAX: DW 0316-877 2116

E-Mail: wilhelm.verwuester@stmk.gv.at

Bei Antwort bitte Geschäftszeichen (GZ) anführen

Gz: LBD-19A 18 /Ta42-06

Graz, am 09.08.2006

Ggst: **HYDROLOGISCHES GUTACHTEN** <sup>1)</sup>

für: Diplomarbeit

Gewässer: **THALERBACH**

Zubringer zu: R.MÜHLGANG MUR

Profil: Mdg. in den Mühlgang

Koordinaten BMN M34 X: Y:

#### Hochwasserdaten:

Einzugsgebiet (AE) :	22.3 km <sup>2</sup>	100 jährlich HQ100:	40 m <sup>3</sup> /s
Mittl. Seehöhe des Gebietes (Hm) :	560 m.ü.A	50 jährlich HQ50:	33 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Jahresniederschlag (hN) :	980 mm	30 jährlich HQ30:	27 m <sup>3</sup> /s
Mittlere Jahreslufttemperatur (t) :	7.7 °C	10 jährlich HQ10:	18 m <sup>3</sup> /s
		5 jährlich HQ5:	13 m <sup>3</sup> /s
<b>Mittlerer Abfluß (MQ) :</b>	<b>0.259 m<sup>3</sup>/s</b>	1 jährlich HQ1:	5 m <sup>3</sup> /s

Unterschrift am Original im Akt

(Ing. Wilhelm Verwüster)

#### Anmerkungen :

1) Die hydrologischen Daten beziehen sich auf das natürliche Gewässer. Allfällige Zu- und Ableitungen, Geschiebeführungen sowie etwaige Verluste in den Untergrund bzw. Grundwassereinfluß sind nicht berücksichtigt. Für sämtliche Profile, deren Durchfluß nicht durch langjährige Meßreihen belegt ist (siehe Hydrographisches Jahrbuch), können Abflußwerte nur im Näherungsverfahren berechnet werden. Es handelt sich nicht um gemessene Werte im Sinne der ÖNORM B2400.

Das heißt, daß für Zwischeneinzugsgebiete und nicht durch Meßreihen belegte Gewässer die Werte nur rechnerisch, auf Grundlage regionaler Gebietsmittelwerte abgeschätzt werden können. Mögliche geologische und morphologisch bedingte Abweichungen sind insbesondere bei kleinen Einzugsgebieten nur durch mehrjährige örtliche Meßreihen erfaßbar.

Bei den angegebenen Werten handelt es sich um im langjährigen Durchschnitt zu erwartende Mittelwerte; zwischen Maximal- und Minimalwerten besteht ein erheblicher vom Niederschlag abhängiger Streubereich.

RHB berücksichtigt.

Hinweis: auf <http://ehyd.lfrz.at> können grundlegende Pegeldata abgefragt werden!

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG  
ABTEILUNG 19 WASSERWIRTSCHAFT UND ABFALLWIRTSCHAFT



Das Land  
Steiermark

Fachabteilung 19A

→ Wasserwirtschaftliche  
Planung und  
Siedlungswasserwirtschaft



FA19B  
Schutzwasserwirtschaft und  
Bodenwasserhaushalt  
Stempfergasse 7  
8010 Graz

**Referat I Hydrographie**

8010 Graz, Stempfergasse 7

Bearbeiter: Verwüster

Tel.: DW 0316-877 3652

FAX: DW 0316-877 2116

E-Mail: wilhelm.verwuester@stmk.gv.at

Bei Antwort bitte Geschäftszeichen (GZ) anführen

Gz: LBD-19A 18 /Mu53-06

Graz, am 25.08.2006

Ggst: **HYDROLOGISCHES GUTACHTEN** <sup>1)</sup>

für: Abflußuntersuchung (Hochwasser)

Gewässer: **MUR**

Zubringer zu: MUR

Profil: Pegel Graz, Wartingergasse mit MK I

Koordinaten BMN M34 X:681686.25 Y:215865.594

**Hochwasserdaten:**

Einzugsgebiet (AE) :	6989 km <sup>2</sup>	100 jährlich HQ100:	1300 m <sup>3</sup> /s
Mittl. Seehöhe des Gebietes (Hm) :	1250 m.ü.A	50 jährlich HQ50:	1150 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Jahresniederschlag (hN) :	1180 mm	30 jährlich HQ30:	980 m <sup>3</sup> /s
Mittlere Jahreslufttemperatur (t) :	4.2 °C	10 jährlich HQ10:	760 m <sup>3</sup> /s
		5 jährlich HQ5:	700 m <sup>3</sup> /s
<b>Mittlerer Abfluß (MQ) :</b>	<b>118.8 m<sup>3</sup>/s</b>	1 jährlich HQ1:	430 m <sup>3</sup> /s

Unterschrift am Original im Akt

(Ing. Wilhelm Verwüster)

**Anmerkungen :**

1) Die hydrologischen Daten beziehen sich auf das natürliche Gewässer. Allfällige Zu- und Ableitungen, Geschiebeführungen sowie etwaige Verluste in den Untergrund bzw. Grundwassereinfluß sind nicht berücksichtigt. Für sämtliche Profile, deren Durchfluß nicht durch langjährige Meßreihen belegt ist (siehe Hydrographisches Jahrbuch), können Abflußwerte nur im Näherungsverfahren berechnet werden. Es handelt sich nicht um gemessene Werte im Sinne der ÖNORM B2400.

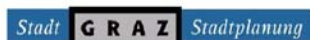
Das heißt, daß für Zwischeneinzugsgebiete und nicht durch Meßreihen belegte Gewässer die Werte nur rechnerisch, auf Grundlage regionaler Gebietsmittelwerte abgeschätzt werden können. Mögliche geologische und morphologisch bedingte Abweichungen sind insbesondere bei kleinen Einzugsgebieten nur durch mehrjährige örtliche Meßreihen erfäßbar.

Bei den angegebenen Werten handelt es sich um im langjährigen Durchschnitt zu erwartende Mittelwerte; zwischen Maximal- und Minimalwerten besteht ein erheblicher vom Niederschlag abhängiger Streubereich.

Mühlkanal bei MQ und DL mitgerechnet !(11m<sup>3</sup>/s)

Hinweis: auf <http://ehyd.lfrz.at> können grundlegende Pegeldata abgefragt werden!

## 8.2.2 Flächenwidmungsplan Legende



Hinweis:  
 Folgende Deckpläne bilden einen Verordnungsbestandteil des Flächenwidmungsplanes und sind bindend zu berücksichtigen:  
 Deckplan1 - Baulandzonierung (Bebauungspläne / Bebauungsrichtlinien)  
 Deckplan2 - Beschränkungszonen für die Raumheizung  
 Deckplan3 - Hochwasserabfluß - Mur und Grazer Bäche mit Darstellung des Gefahrenzonenplanes der Wildbach- und Lawinerverbauung.

### I. Darstellung der vom Gemeinderat zu beschließenden Nutzungsarten

#### A. BAULAND

	WR	Reines Wohngebiet
	WA	Allgemeines Wohngebiet
	KG	Kern-, Büro- und Geschäftsgebiet
	GG	Gewerbegebiet
	I/1	Industrie- und Gewerbegebiet I
	I/2	Industrie- und Gewerbegebiet II
	EZ I+II	Einkaufszentrum II mit Industrie und Gewerbegebiet
	DO	Dorfgebiet
	E	Erholungsgebiet
	EZ I	Einkaufszentrum I, II, III
	KG(EZ)	Kern-, Büro- und Geschäftsgebiet mit Einkaufszentren I - Ausschluss
	KG-WA(EZ)	Kern-, Büro- und Geschäftsgebiet mit allgemeinem Wohngebiet (Nutzungsüberlagerung), ausgenommen Einkaufszentren
	WR-AFG	Auffüllungsgebiet - "Alt" (gem. Artikel II der RO - Novelle 1994)
	L(WR)	Aufschließungsgebiet mit künftiger Baugebietsnutzung
	EZ II+III	Aufschließungsgebiet - Nutzungsüberlagerung (z.B. "Einkaufszentrum II" mit "Industrie- und Gewerbegebiet I")
	SG	Sanierungsgebiet - fehlende Abwasserreinigung
	SGF	Sanierungsgebiet - Fluglärm
		Bauland mit ersichtlich gemachten Wald ("Bauland - Wald")
	AS 1	Altstadtschutzzone (1-5)
	0,2-1,5	Bebauungsdichte

#### B. VERKEHRSFLÄCHEN

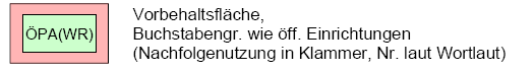
	A-9	Bundesautobahn
	B-67a	Bundesstraße
	L-329	Landesstraße
	Verk	Bestehende bzw. geplante Gemeindestraße und öffentl. Interessentenweg (Festlegung des Verlaufes, ohne exakte Abgrenzung)
	P	Abstellfläche (Parkplatz, P&R)
		Übergänge
		Gemeindestraße und öffentl. Interessentenweg (ungefähre Lage)
		Geh- bzw. Radweg (ungefähre Lage)
		Straßenbahn - Erweiterungsprojekt

#### C. FREILAND

		Landwirtschaftlich genutzte Fläche
		Wald
<b>Sondernutzungen</b>		
	Eg	Erwerbsgärtnerei
	Klg	Kleingarten
	öPa	Öffentliche Parkanlage o.ä. (Buchstabengr. wie ersichtlich gemachte öff. Einrichtungen) Spo...Sportplatz Ca...Campingplatz Spi...Spielplatz Fb...Freibad
	Spo-Th	Anlage für Sportzwecke, mit der Möglichkeit der Errichtung eines Hallenbaues
		Friedhof
	pPa	Private Parkanlage
		Auffüllungsgebiet gem §25 Abs.2 (2) ROG Novelle 1994 Punktierung = aufzufüllende Fläche



D. VORBEHALTSFLÄCHEN



II. Darstellung von Flächen und Objekten, deren Festlegung nicht dem Gemeinderat obliegt, die jedoch ersichtlich zu machen sind.

A. BESONDERE NUTZUNGEN

- Eisenbahnfläche
- Eisenbahn - Erweiterungsprojekt (Schleppbahn)
- Seilbahn (Schloßbergbahn)
- Projekt Bundes- bzw. Landesstraße
- Bundes- bzw. Landesstraßen-Planungsgebiet
- Bundes- bzw. Landesstraßen-Baugebiet

B. NUTZUNGSBESCHRÄNKUNGEN

- Naturschutzgebiet  
VN... Vollnaturschutzgebiet  
LT... Geschützter Landschaftsteil
- Landschaftsschutzgebiet
- Pflanzenschutzgebiet
- Naturdenkmal
- Kulturdenkmal
- Denkmalgeschützter Gebäudebestand
- Grundwasserschutzgebiet (I-IV)
- Grundwasserschongebiet (I-IV)
- Brunnenschutzgebiet (I-II)
- Heilquellenschutzgebiet (Tobelbad)

Versorgungseinrichtungen

- \* U Umspannwerk
- T Transformator
- F Fernheizwerk
- FWP Fernwärme-Pumpstation
- WF Wasserfassung
- G Gasregler
- P Pumpstation
- H Hochbehälter
- R Reduzierstation
- S Sende- und Funkstation
- K Wasserkraftwerk

FLWI.Stromleitungen

FLWI.Stromleitungen

FLWI.Stromleitungen

- Sicherheitszone Flughafen Thalerhof
- Fluglärmbelastungszone (95dB(A)max.)
- Schutzzone an Bundesstraßen, Eisenbahnen, Hochspannungsleitungen
- Engerer und weiterer Gefährdungsbereich von Schieß- und Sprengmittelanlagen, gefahreneigneten Anlagen und Steinbrüch
- Schutzzone um Funk- und Sendeanlagen

Bodenentnahme

- Stb...Steinbruch
- Lgr...Lehmgrube
- Sgr...Schottergrube

Öffentliches Gewässer

Privates Gewässer (Teichanlage)

FLWI.Stromleitungen

Militärische Anlage (z.B. Truppenübungsplatz (Tüpl))

- Schießanlage
- Sprengmittelanlage
- Hubschrauber aufsetzpunkt (z.B. bei Krankenhäusern)
- Forschungsreaktor

Richtfunkstrecke

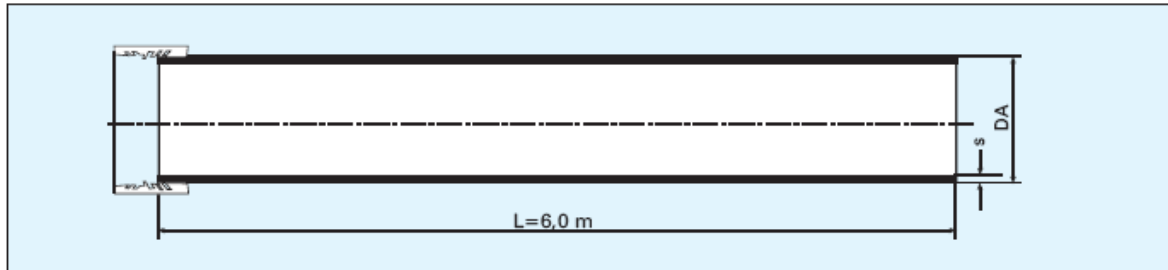
## Kennzeichnung der Zweckbestimmung von Einrichtungen im Baulland bzw. Sondernutzung im Freiland

ABV	Abfallbehandlungs- und Verwertungsstelle
Ahs	Allgemeinbildende höhere Schule
Alh	Altenheim
Aug	Ausstellungsgelände
Bbs	Berufsbildende Schule (Berufsschule)
Bgz	Begegnungszentrum
Bh	Bildungshaus
Bhs	Berufsbildende höhere Schule
Bms	Berufsbildende mittlere Schule
Ca	Campingplatz
Eg	Erwerbsgärtnerei
Fb	Freibad
Fhw	Fernheizwerk
Hb	Hallenbad
Hk	Handelskammer
Hsch	Handelsschule
Ho	Hort
HoU	Hochschule, Universität
Jh	Jugendheim
Kas	Kaserne
Kig	Kindergarten
Klg	Kleingarten
Kra	Krankenhaus
Kult	Kulturzentrum
Lg	Landesgericht
Lsch	Landwirtschaftsschule
Mdp	Mülldeponie
Mkg	Müllkompostieranlage
Mus	Museum
Msch	Musikschule
öPa	öffentliche Parkanlage
P	Parkplatz, P&R
PA	Pädagogische Akademie
Pfh	Pflegeheim
Poly	Polytechnische Lehranstalt
pPa	Private Parkanlage
Rh	Reithalle
Rüh	Rüsthaus
S	Schießstätte
Schh	Schülerheim
Ssch	Sonderschule
Sse	Seelsorgeeinrichtung
Spi	Spilplatz
Spo	Sportplatz
Str	Strafanstalt
Th	Tennis-/Turnhalle
Thm	Tierheim
Vsf	Versickerungsfläche
WIFI	Wirtschaftsförderungsinstitut

## 8.2.3 Katalog Hobas

**HOBAS® Sewer Line (PN1)**

Ausschnitt aus

**Kanalrohre****Gravity pipes****Tubes sans pression**

DN	DA	SN 2.500		SN 5.000		SN 10.000	
		s* mm	Gewicht* kg/m	s* mm	Gewicht* kg/m	s* mm	Gewicht* kg/m
150	168	-	-	-	-	4,8	5
200	220	-	-	-	-	6,0	8
250	272	-	-	-	-	7,1	12
300	324	-	-	-	-	8,2	17
350	376	-	-	7,7	19	9,3	22
400	427	7,1	20	8,5	23	10,3	28
500	530	8,4	29	10,2	35	12,4	42
600	616	9,7	39	11,8	47	14,4	57
700	718	11,0	51	13,5	63	16,6	77
800	820	12,3	66	15,1	80	18,7	99
900	924	13,7	82	16,9	101	20,9	125
1000	1026	15,0	100	18,6	124	22,9	152
1100	1099	16,1	115	19,9	142	24,6	174
1200	1229	17,8	142	22,1	176	27,3	216
1250	1280	18,6	155	23,0	191	28,4	235
1400	1434	20,5	191	25,5	237	31,7	293
1500	1499	21,4	209	26,6	258	32,9	318
1600	1638	23,4	249	29,0	308	36,2	383
1700	1720	24,5	274	30,4	339	37,9	421
1800	1842	26,1	313	32,4	387	40,5	481
2000	2046	28,8	383	35,7	473	44,4	586
2100	2160	30,4	427	37,7	528	47,2	658
2200	2250	32,6	477	39,4	575	48,9	710
2400	2400	33,7	526	41,7	649	52,3	810
2500	2555	35,8	595	44,4	735	55,6	917

\* Wanddicken und Gewichte als Richtwerte  
(vgl. Toleranzen)

Die Standardlänge beträgt 6 m (+0/-60 mm). Einige Rohre können je nach Verfügbarkeit jedoch auch in kürzerer Ausführung geliefert werden.

Alle Angaben sind generell errechnete Werte und können herstellungsbedingt geringfügig vom fertigen Erzeugnis abweichen.

\* wall thickness and net weight as approximate value  
(tolerances not included)

The standard length is 6 m (+0/-60 mm). However, some pipes may be supplied in shorter length depending on availability.

All data are generally calculated values, due to manufacture they may slightly vary from the finished product.

\* épaisseur de la paroi et poids net comme valeurs  
indicatives (hors tolérances)

La longueur utile standard est de 6 m (+0/-60mm). D'autres longueurs peuvent cependant être livrées sur demande.

Toutes ces indications sont des valeurs théoriques et peuvent différer légèrement de celles du produit fini.

## 8.2.4 Katalog Voest Alpine

### Stahlrohrdurchlässe / Wellstahlrohre

Ausschnitt aus *Stahl für alle Wege*

### dan(t)ube®-MPS Kreisprofile

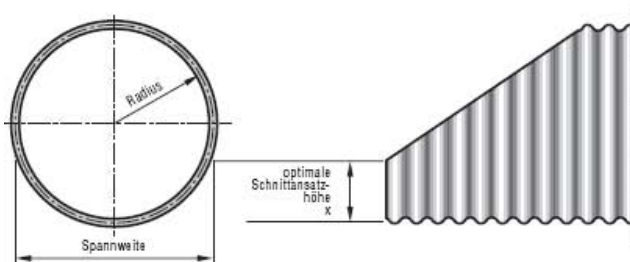
#### Standardausführung

Die Kreisform ist die ideale Form bei hohen Belastungen bzw. Überdeckungen sowie bei ungleichen Setzungen des Untergrundes.

Maße bezogen auf neutrale Achse, Fläche bezogen auf Innenseite Wellung.

KREISPROFILE								KREISPROFILE							
Profil Nr.	Spannweite	optimale Schnittansatzhöhe	Radius R	Querschnitt	Umfang	Anstrichfläche einseitig	Dichtband	Profil Nr.	Spannweite	optimale Schnittansatzhöhe	Radius R	Querschnitt	Umfang	Anstrichfläche einseitig	Dichtband
	[m]	[m]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m/m]		[m]	[m]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m/m]
K 1	1,57	0,61	785	1,80	4,93	6,6	6,9	K 41	4,56	1,64	2281	15,93	14,34	18,8	16,6
K 2	1,65	0,59	823	1,98	5,17	6,9	7,0	K 42	4,64	1,63	2319	16,47	14,57	19,1	16,7
K 3	1,72	0,57	860	2,17	5,41	7,2	7,0	K 43	4,71	1,61	2356	17,01	14,81	19,4	16,8
K 4	1,80	0,55	898	2,37	5,64	7,5	7,1	K 44	4,79	1,59	2394	17,56	15,04	19,7	16,9
K 5	1,87	0,76	935	2,58	5,88	7,8	7,2	K 45	4,86	1,57	2431	18,12	15,27	20,1	18,2
K 6	1,94	0,74	972	2,79	6,11	8,0	7,3	K 46	4,94	1,77	2468	18,69	15,51	20,4	18,3
K 7	2,02	0,72	1010	3,02	6,34	8,5	8,6	K 47	5,01	1,75	2506	19,27	15,74	20,7	18,4
K 8	2,09	0,70	1047	3,25	6,58	8,8	8,7	K 48	5,09	1,74	2543	19,85	15,98	21,0	18,5
K 9	2,17	0,68	1085	3,50	6,82	9,0	8,8	K 49	5,16	1,72	2581	20,45	16,22	21,2	18,6
K 10	2,24	0,89	1122	3,75	7,05	9,3	8,9	K 50	5,24	1,70	2618	21,05	16,45	21,5	18,6
K 11	2,32	0,87	1159	4,01	7,28	9,6	9,0	K 51	5,31	1,68	2656	21,66	16,68	21,8	18,7
K 12	2,39	0,85	1197	4,28	7,52	9,9	9,1	K 52	5,39	1,88	2693	22,29	16,92	22,1	18,8
K 13	2,47	0,83	1234	4,56	7,76	10,3	10,4	K 53	5,46	1,86	2730	22,92	17,16	22,5	20,2
K 14	2,54	0,81	1272	4,85	7,99	10,6	10,5	K 54	5,54	1,85	2768	23,55	17,39	22,8	20,3
K 15	2,62	0,80	1309	5,14	8,23	10,9	10,6	K 55	5,61	1,83	2805	24,20	17,63	23,1	20,3
K 16	2,69	1,00	1346	5,45	8,46	11,2	10,7	K 56	5,69	1,81	2843	24,86	17,86	23,4	20,4
K 17	2,77	0,98	1384	5,76	8,69	11,5	10,8	K 57	5,76	2,01	2880	25,52	18,09	23,7	20,5
K 18	2,84	0,96	1421	6,09	8,93	11,8	10,8	K 58	5,83	1,99	2917	26,20	18,33	24,0	20,6
K 19	2,92	0,94	1459	6,42	9,16	12,1	10,9	K 59	5,91	1,98	2955	26,88	18,57	24,3	20,7
K 20	2,99	0,92	1496	6,76	9,40	12,3	11,0	K 60	5,98	1,96	2992	27,57	18,80	24,5	20,8
K 21	3,07	1,13	1533	7,11	9,64	12,8	12,4	K 61	6,06	1,94	3030	28,27	19,03	25,0	22,1
K 22	3,14	1,11	1571	7,46	9,87	13,1	12,5	K 62	6,13	2,14	3067	28,98	19,27	25,3	22,2
K 23	3,22	1,09	1608	7,83	10,10	13,3	12,5	K 63	6,21	2,12	3104	29,70	19,50	25,5	22,3
K 24	3,29	1,07	1646	8,21	10,34	13,6	12,6	K 64	6,28	2,10	3142	30,43	19,74	25,8	22,4
K 25	3,37	1,05	1683	8,59	10,57	13,9	12,7	K 65	6,36	2,09	3179	31,19	19,98	26,1	22,5
K 26	3,44	1,26	1720	8,98	10,81	14,2	12,8	K 66	6,43	2,07	3217	31,91	20,21	26,4	22,5
K 27	3,52	1,24	1758	9,38	11,05	14,5	12,9	K 67	6,51	2,27	3254	32,66	20,44	26,7	22,6
K 28	3,59	1,22	1795	9,80	11,28	14,8	13,0	K 68	6,58	2,25	3291	33,42	20,68	27,0	22,7
K 29	3,67	1,20	1833	10,21	11,52	15,2	14,3	K 69	6,66	2,23	3329	34,20	20,92	27,4	24,1
K 30	3,74	1,18	1870	10,64	11,75	15,5	14,4	K 70	6,73	2,21	3366	34,98	21,15	27,7	24,2
K 31	3,81	1,38	1907	11,08	11,98	15,8	14,5	K 71	6,81	2,20	3404	35,76	21,39	28,0	24,2
K 32	3,89	1,37	1945	11,53	12,22	16,1	14,6	K 72	6,88	2,40	3441	36,56	21,62	28,3	24,3
K 33	3,96	1,35	1982	11,98	12,45	16,4	14,7	K 73	6,96	2,38	3478	37,37	21,85	28,6	24,4
K 34	4,04	1,33	2020	12,44	12,69	16,6	14,7	K 74	7,03	2,36	3516	38,18	22,09	28,8	24,5
K 35	4,11	1,31	2057	12,92	12,93	16,9	14,8	K 75	7,11	2,34	3553	39,01	22,33	29,1	24,6
K 36	4,19	1,51	2094	13,40	13,16	17,2	14,9	K 76	7,18	2,33	3591	39,84	22,56	29,4	24,7
K 37	4,26	1,50	2132	13,89	13,40	17,7	16,3	K 77	7,26	2,53	3628	40,68	22,80	29,8	26,0
K 38	4,34	1,48	2169	14,38	13,63	17,9	16,4	K 78	7,33	2,51	3665	41,53	23,03	30,1	26,1
K 39	4,41	1,46	2207	14,89	13,86	18,2	16,4	K 79	7,41	2,49	3703	42,39	23,26	30,4	26,2
K 40	4,49	1,44	2244	15,41	14,10	18,5	16,5	K 80	7,48	2,47	3740	43,26	23,50	30,7	26,3

Größere Profile möglich





## 8.3 Bilder

### 8.3.1 Trasse der Variante 1



Buswendeplatz deren Fläche für die Einlaufbauwerke allen Varianten vorgesehen ist.



Landwirtschaftlich genutzte Flächen und das Hochwohnhaus



Lage der eventuellen Durchgang der Trasse der Variante 1



Lage des eventuellen Anschlusses des Radweges an Fischeraustraße



Teil der Exerzierplatzstrasse der für Baugrund benutzt wird



Lage des eventuellen Anschlusses des Radweges an Exerzierplatzstraße





Vorgesehene Mündung von Varianten 1 und 2

Vorgesehene Mündung von Varianten 1 und 2

### 8.3.2 Trasse der Variante 2



Exerzierplatzstraße Foto 1





Exerzierplatzstraße Foto 2



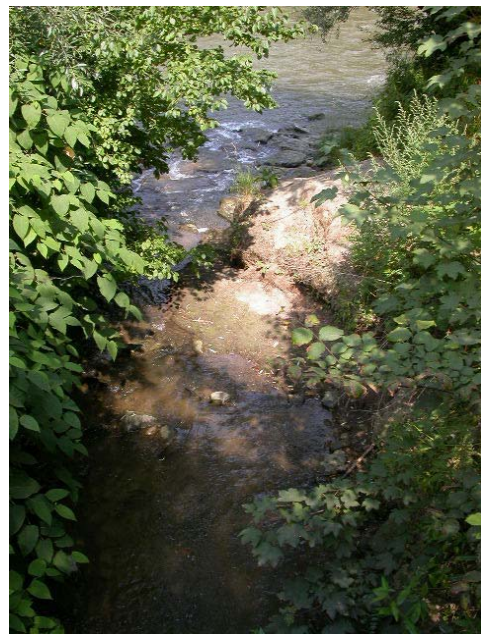
Exerzierplatzstraße Foto 3

### 8.3.3 Trasse der Variante 4



Das Aubachgerinne





Aubach Einmündung in die Mur



Zanklstraße





Zanklstraße

mit der Buswendestelle



Ersten Ab-

schnitt Aubachs

### 8.3.4 Orthophotos







