

Von Bau-km 4+560

bis Bau-km: 7+480

Straßenbauverwaltung:

Nächster Ort:

Markdorf

Landratsamt Bodenseekreis

Baulänge :

2,930 km

Kreisstraßenbauamt

Länge der Anschlüsse: 1.150 km

Gemarkung: Ittendorf, Markdorf, Kluftern, Riedheim



**PLANFESTSTELLUNG FÜR EINE  
KREISSTRASSENBAUMASSNAHME**

**K 7743 NEU ORTSUMGEHUNG MARKDORF**

**Nachweis des bestehenden Grabensystems  
zum Zollbach und Espengraben-Lipbach**

Aufgestellt: Friedrichshafen, den 26.09.2013 Landratsamt Bodenseekreis Kreisstraßenbauamt	

## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

### Erläuterung zum Nachweis des bestehenden Grabensystems

#### 1. Allgemeines

Die Entwässerung der geplanten Straße erfolgt prinzipiell in einem System aus Rückhaltung und Behandlung in Versickermulden mit Ableitung des so vorbehandelten Oberflächenabflusses in das vorhandene Grabensystem. Durch die Nutzung möglichst vieler verschiedener Einleitstellen entspricht das künftige Abflussgeschehen annähernd dem heutigen Zustand mit den natürlichen unversiegelten Flächen.

Das vorhandene Grabensystem wird im Bemessungsfall mit den unter der belebten Bodenzone der Mulden gesammelten Sickerwässer beschickt. Es handelt sich somit um gereinigten sowie verzögert und gedrosselt anfallenden Straßenabfluss. Für extreme Niederschlagsereignisse erhalten die Mulden Überläufe in eine Transportleitung, die unter der Sickerleitung liegt. Der Auslauf erfolgt dann ohne weitere Beaufschlagung des Grabensystems in den Lipbach.

Als weitere Gewässer dienen der Zollbach, der südlich des Haslacherhofes am Waldrand verläuft und oberhalb von Kluffern in den Lipbach mündet sowie der Espengraben, der südlich von Markdorf in den Lipbach mündet. Der Zollbach muss herangezogen werden, wo aus topografischen Gründen eine Direkteinleitung des Überlaufwassers in den Lipbach nicht möglich ist.

#### 2. Aufgabenstellung

Mit dem vorliegenden Nachweis des Grabensystems ist darzustellen, dass sich die bestehenden Verhältnisse in Folge der geplanten OU Markdorf nicht verschlechtern und die wasserwirtschaftliche Situation der jeweiligen Gräben, die Abflüsse aus dem Entwässerungssystem der geplanten OU Markdorf aufnehmen, sollte sich nicht wesentlich ändert.

#### 3. Vorgehensweise

Als Grundlage für den Nachweis dienen die Gewässerkarten der LUBW, die nachfolgend für jedes Gewässer-Einzugsgebiet (Bilder 1 bis 3) wiedergegeben sind. Die Daten des jeweiligen Einzugsgebietes sind in den Beschriftungsfenstern enthalten. Unter der Kennnummer des Einzugsgebietes befindet sich der Standort, auf den sich die Daten, die dem Gewässernamen folgen, beziehen. Der Standort ist in der Karte als unausgefüllter Punkt gekennzeichnet. Die Fläche des Einzugsgebietes ist schraffiert.

## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

Die angegebenen Daten selbst sind:

- Die Größe des Einzugsgebietes AEO
- Der mittlere Hochwasserabfluss MHQ (\*)
- Die Abflussmengen HQx, wobei x von 2 bis 100 die Wiederkehrzeit in Jahren ausdrückt. Das im Weiteren verwendete HQ1 errechnet sich herkömmlicherweise aus dem angegebenen HQ2 der Gewässerkarte multipliziert mit dem Faktor 0,8

Um die Auswirkungen des verzögert und gedrosselt anfallenden Straßenabflusses auf das bestehenden Grabensystem beurteilen zu können, muss die jeweilige Kapazität der einzelnen Gräben bekannt sein. Die dafür erforderliche Kenntnis der Geometrie, insbesondere des Grabenquerschnitts und des Sohlgefälles, wird aus den vorhandenen Vermessungsdaten gewonnen.

Die Kapazität eines Grabens wird mit der Fließformel nach *Manning-Strickler* berechnet:

$$Q = A \cdot k_{st} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Es bedeuten:

- Q = der zu berechnende Abfluss in m<sup>3</sup>/s
- A = die Fläche des (Graben-)Querschnitts, exakt der Querschnitt bis zum Wasserspiegel resp. die benetzte Querschnittsfläche in m<sup>2</sup>
- k<sub>st</sub> = der sog. *Manning-Strickler-Beiwert*, der der einschlägigen Literatur entnommen und für stark bewachsene Gräben mit 20 abgelesen werden kann in m<sup>1/3</sup>/s
- r<sub>hy</sub> = der sog. Hydraulische Radius, der den Quotienten der benetzten Querschnittsfläche geteilt durch den benetzten Umfang des Grabens darstellt in m
- I = das Energiehöhengefälle, das beim sog. gleichförmigem Abfluss dem Sohlgefälle entspricht (d.h. im gesamten Fließquerschnitt und auf einem diskreten Grabenabschnitt herrschen überall die gleichen Strömungsgeschwindigkeiten)

---

(\*) Diese Kenngröße ist das arithmetische Mittel aus den höchsten Abflüssen gleichartiger Zeitabschnitte für die Jahre des Betrachtungszeitraums.

## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

Damit die Fließformel angewendet werden kann, werden zwei Querschnitte des jeweiligen Grabens aus den Vermessungsdaten herangezogen und diese in ein idealisiertes und auf dem betrachteten Grabenabschnitt gleichbleibendes Trapezprofil mit diskreten Böschungsneigungen umgewandelt. Dabei werden die jeweils ungünstigen Werte eingesetzt:

- die niedrigere der beiden Böschungsoberkanten des einzelnen Grabenquerschnittes und die geringste der beiden so ermittelten Grabentiefen
- die kleinste der beiden Grabenbreiten
- die flachere der beiden Böschungsneigungen des einzelnen Grabenquerschnittes und dann für beide Grabenquerschnitte auf 1:2 bzw. 1:1,5 angenähert (Bemerkung: eine flache Böschungsneigung ist hydraulisch ungünstiger als eine steile)

Diese Idealisierung ist als hinreichend genau zu werten, zumal die so ermittelten Kapazitäten auf Grund der o.g. ungünstigen Ansätze auf der sicheren Seite liegen. Der exakte Nachweis der Kapazität des Grabensystems müsste ansonsten mit einem eindimensionalen Berechnungsmodell, das z.B. für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarte der Donau eingesetzt wurde, mit entsprechend hohem Aufwand erfolgen.

Somit ergeben sich folgende Einzelschritte:

(1) *Ermittlung der maßgebenden Abflüsse aus der Gewässerkarte:*

Hier werden die im HQ<sub>1</sub>-Fall auftretenden natürlichen Abflussspenden der Gewässer, in die eingeleitet wird, errechnet und auf die Teilflächen der Gräben übertragen. Identisch wird für den HQ<sub>5</sub>-Fall vorgegangen.

(2) *Ermittlung der maßgebenden Wassermengen für die Gräben:*

Hier werden mit Hilfe der o.g. Abflussspenden für den Bestand und für die Planung (also einschl. der bekannten Sickerwassermengen) die Abflüsse verglichen.

(3) *Ermittlung der Kapazität der vorhandenen Gräben:*

Hier wird der Nachweis je Einleitstelle geführt, dass die vorhandenen Gräben die geplanten Wassermengen schadlos ableiten können.

Der Nachweis für den Grabendurchlass DN500, der das Einzugsgebiet A4 der geplanten OU Markdorf betrifft, wird nach der Rohrhydraulik an Hand eines einschlägigen Tabellenwerks geführt. Die Erläuterung hierzu befindet sich auf der entsprechenden Seite selbst.

## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

### 4. Wertung der Ergebnisse und Fazit

Die künftigen Abflüsse  $Q_{\text{Planung}}$ , die sich aus der Summe der jeweils natürlichen Abflüsse aus dem Einzugsgebiet nach Erstellung der OU Markdorf und der Abflüsse aus der Straßenentwässerung zusammensetzen, sind prinzipiell höher als die natürlichen Abflüsse aus dem jeweiligen Einzugsgebiet vor dem Bau der OU Markdorf. Die Erhöhungen liegen zwischen 0,3% und dem 10-fachen. Wobei die hohen Werte aus den bislang sehr niedrigen natürlichen Abflüssen und nicht von hohen Abflüssen aus der Straßenentwässerung der geplanten OU Markdorf resultieren.

Dass das bestehende Grabensystem die künftig erhöhten Abflüsse aufnehmen kann, wird in Einzelnachweisen bestätigt. Dies gilt gleichermaßen für die ein- und fünfjährige Wiederkehrzeit.

Auch die künftigen Abflüsse in den einzelnen Gräben sind so gering im Verhältnis zu ihren Kapazitäten, dass sich der exakte Nachweis mit einem eindimensionalen Berechnungsmodell erübrigt. Da die künftigen Abflüsse durchweg kleiner als 10% der vorhandenen Kapazitäten des jeweiligen Grabens bei Vollfüllung vor dem Ausuferen an der niedrigsten Stelle sind, lässt sich der Wasserspiegel (Wsp.) nicht in allen Querschnitten in (3) deutlich darstellen. Die nachfolgende Tabelle fasst daher die Ergebnisse zusammen.

**Tabelle: Vergleich der Grabentiefen mit den künftigen Wasserspiegeln**

<b>EZG</b>	<b>Grabentiefe [cm]</b>	<b>WSp. bei HQ<sub>1</sub> [cm]</b>	<b>WSp. bei HQ<sub>5</sub> [cm]</b>
A1-3	48	12,2	13,4
A5	24	3,1	3,3
A6	40	3,5	4,3
B1-2	54	9,3	11,1
B3-4	43	5,4	5,6
B5-6	29	5,3	6,3
B7-8	77	14,9	17,9

Der Grabendurchlass DN500 wird künftig in Folge des Einzugsgebietes A4 mit 8,5 cm bei HQ<sub>1</sub> bzw. mit 11,5 cm bei HQ<sub>5</sub> gefüllt sein, was einer Auslastung von 12,6% entspricht.

Die bestehenden Gräben sind also in der Lage, die Sickerwassermengen schadlos abzuleiten. Die wasserwirtschaftliche Situation der jeweiligen Gräben, die die Abflüsse aus dem Entwässerungssystem der geplanten OU Markdorf aufnehmen, ändert sich hierdurch nicht wesentlich.

Aufgestellt:  
Sigmaringen, 06.02.2013  
Ing.-Büro K. Langenbach GmbH

## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

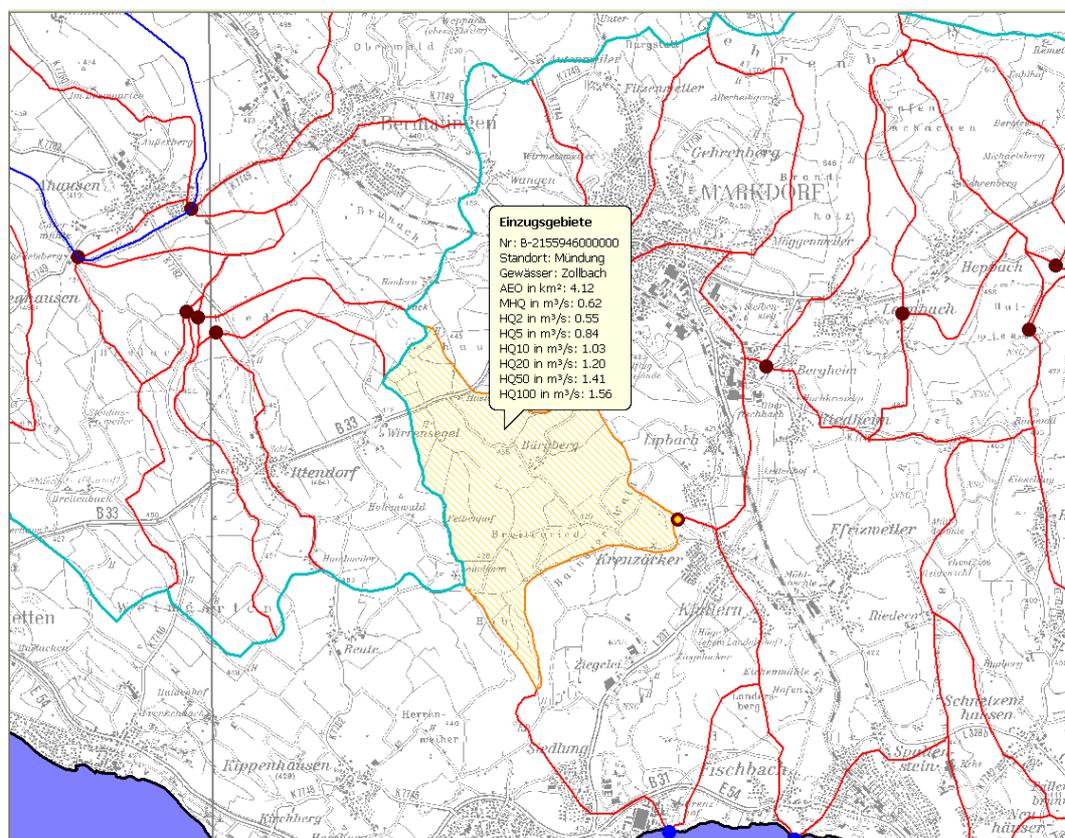


Bild 1: Einzugsgebiet des Zollbachs bis zur Mündung in den Lipbach

## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

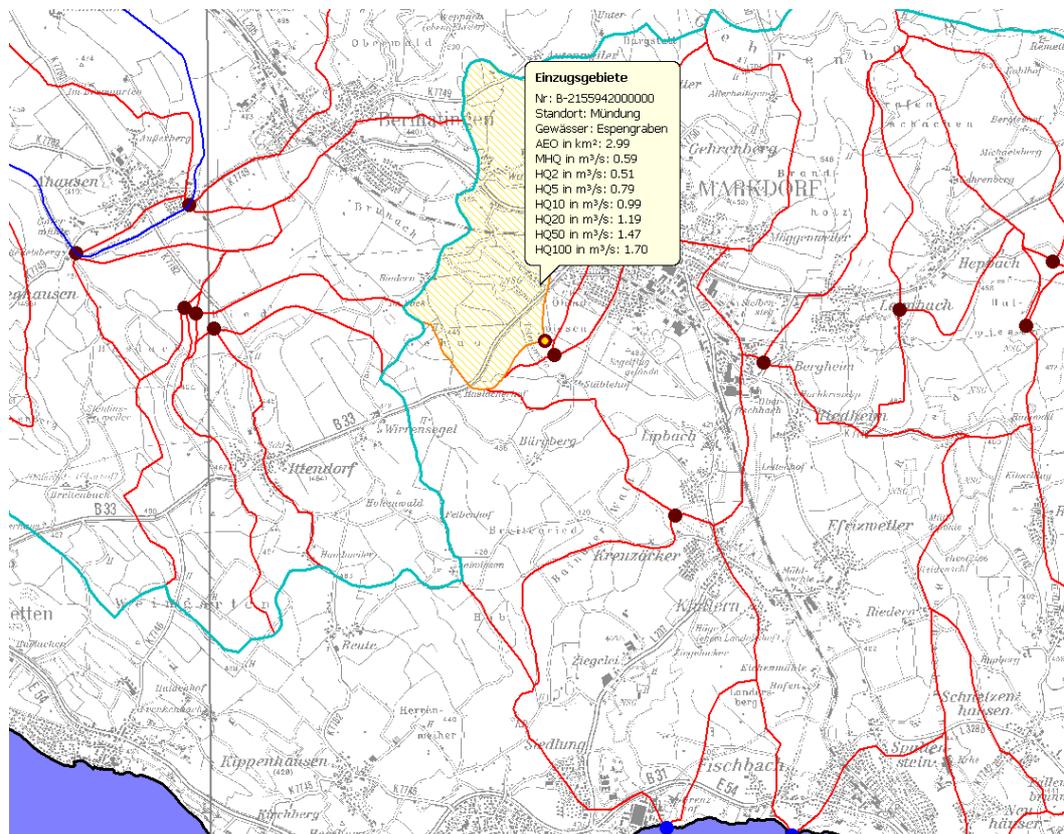


Bild 2: Einzugsgebiet des Espengrabens bis zur Mündung in den Lipbach

## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

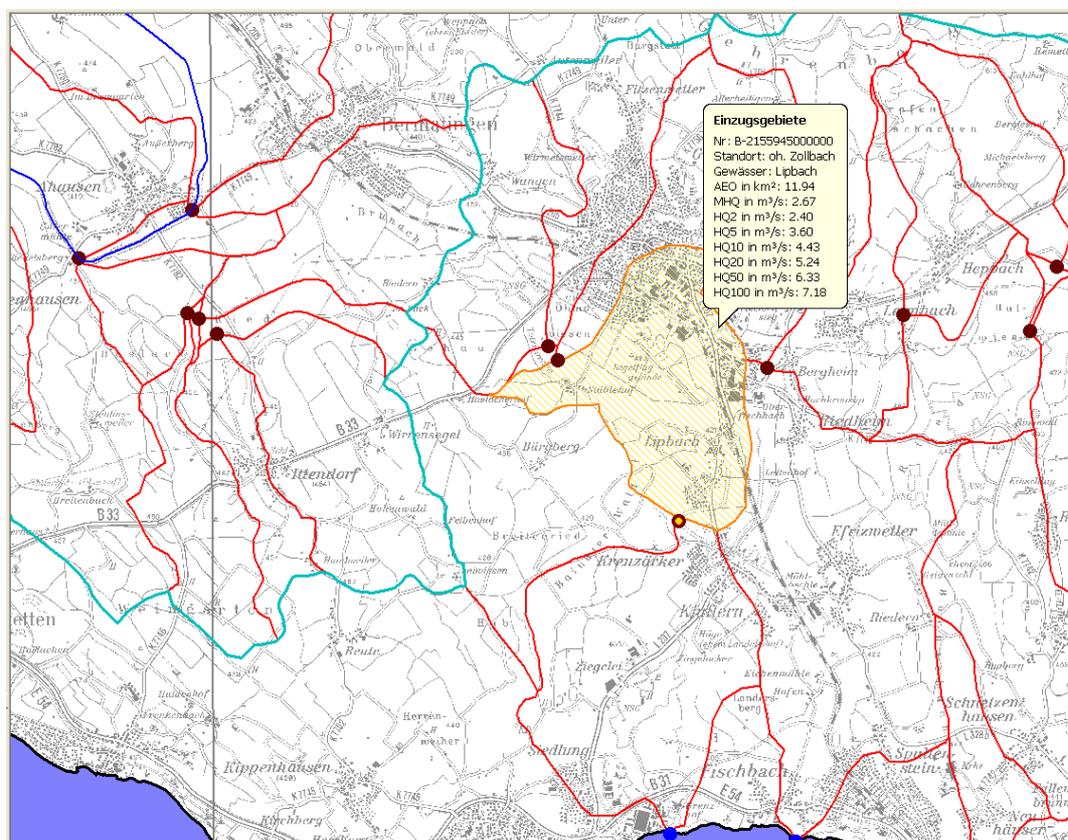


Bild 3: Einzugsgebiet des Lipbachs bis zur Mündung des Zollbachs

## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

### (1) Ermittlung der maßgebenden Abflüsse aus der Gewässerkarte der LUBW

für HQ <sub>1</sub> Gewässer	Gebiets-Kenngrößen			Berechnung	
	Gesamt- fläche [km <sup>2</sup> ]	Abfluss HQ <sub>2</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Abfluss HQ <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Spende [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ] [l/s/ha]	
Zollbach an Mündung in Lipbach	4,12	0,55	0,44	0,11	1,07
Espengraben an Mündung in Lipbach	2,99	0,51	0,41	0,14	1,36
Lipbach oberhalb Mündung des Zollbachs	11,94	2,40	1,92	0,16	1,61

Umrechnungen:

$$0,8 \times \text{HQ}_2 = \text{HQ}_1$$

II  
 V  
 II  
 II  
 V  
 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> = 10 l/s/ha

für HQ <sub>5</sub> Gewässer	Gebiets-Kenngrößen		Berechnung	
	Gesamt- fläche [km <sup>2</sup> ]	Abfluss HQ <sub>5</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Spende [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ] [l/s/ha]	
Zollbach an Mündung in Lipbach	4,12	0,84	0,20	2,04
Espengraben an Mündung in Lipbach	2,99	0,79	0,26	2,64
Lipbach oberhalb Mündung des Zollbachs	11,94	3,60	0,30	3,02

## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

### (2) Ermittlung der maßgebenden Wassermengen für die Gräben mit Anschlüssen aus der Entwässerung der geplanten OU Markdorf

Tab. 1 für HQ <sub>1</sub>				Bestand		natürlich		Planung		Vergleich		
Teileinzugsgebiet = Name der Einleitstelle	Graben -Nr.	Einleitung über Graben zum	Spende [l/s/ha]	natürlich		natürlich		Straßenkörper		Q <sub>Planung</sub> natürlich zzgl. Sickerwasser [l/s]	Planung abzgl. Bestand [l/s]	Erhöhung der bestehenden Wassermenge um [%]
				Teilflächen [ha]	Wasser- menge [l/s]	Teilflächen [ha]	Wasser- menge [l/s]	Sickerwasser -menge [l/s]	aus Neubau -fläche A <sub>v</sub> [m <sup>2</sup> ]			
<b>A 1-3</b>	-	Zollbach	1,07	13,52	14,4	8,89	9,5	32,1	10.600	<b>41,6</b>	<b>27,2</b>	188,1
<b>A 4</b>	-	Zollbach	1,07	29,63	31,6	28,84	30,8	1,8	1.218	<b>32,6</b>	<b>1,0</b>	3,0
<b>A 5</b>	-	Espengraben	1,36	0,21	0,3	0,16	0,2	2,6	940	<b>2,8</b>	<b>2,5</b>	883,5
<b>A 6</b>	-	Lipbach	1,61	0,76	1,2	0,69	1,1	1,1	90	<b>2,2</b>	<b>1,0</b>	80,8
<b>B 1-2</b>	21	Zollbach	1,07	0,90	1,0	3,43	3,7	4,5	1.416	<b>8,2</b>	<b>7,2</b>	749,3
<b>B 3-4</b>	-	Zollbach	1,07	3,81	4,1	1,06	1,1	14,6	4.398	<b>15,7</b>	<b>11,7</b>	286,6
<b>B 5-6</b>	11	Zollbach	1,07	1,05	1,1	4,45	4,8	8,1	2.256	<b>12,9</b>	<b>11,7</b>	1.046,1
<b>B 7-8</b>	10	Lipbach	1,07	10,34	11,0	10,27	11,0	13,9	4.089	<b>24,9</b>	<b>13,8</b>	125,2

**=> Nachweis der Gräben erforderlich**

**Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach**

Tab. 2 für HQ <sub>5</sub>				Bestand		Planung				Vergleich		
Teileinzugsgebiet = Name der Einleitstelle	Graben -Nr.	Einleitung über Graben zum	Spende [l/s/ha]	natürlich		natürlich		Straßenkörper		Q <sub>Planung</sub> natürlich zzgl. Sickerwasser [l/s]	Planung abzgl. Bestand [l/s]	Erhöhung der bestehenden Wassermenge um [%]
				Teilflächen [ha]	Wasser -menge [l/s]	Teilflächen [ha]	Wasser -menge [l/s]	Sickerwasser -menge [l/s]	aus Neubau -fläche A <sub>v</sub> [m <sup>2</sup> ]			
<b>A 1-3</b>	-	Zollbach	2,04	13,52	27,6	8,89	18,1	32,1	10.600	<b>50,2</b>	<b>22,7</b>	82,2
<b>A 4</b>	-	Zollbach	2,04	29,63	60,4	28,84	58,8	1,8	1.218	<b>60,6</b>	<b>0,2</b>	0,3
<b>A 5</b>	-	Espengraben	2,64	0,21	0,6	0,16	0,4	2,6	940	<b>3,0</b>	<b>2,5</b>	444,8
<b>A 6</b>	-	Lipbach	3,02	0,76	2,3	0,69	2,1	1,1	90	<b>3,2</b>	<b>0,9</b>	38,8
<b>B 1-2</b>	21	Zollbach	2,04	0,90	1,8	3,43	7,0	4,5	1.416	<b>11,5</b>	<b>9,7</b>	526,3
<b>B 3-4</b>	-	Zollbach	2,04	3,81	7,8	1,06	2,2	14,6	4.398	<b>16,8</b>	<b>9,0</b>	115,8
<b>B 5-6</b>	11	Zollbach	2,04	1,05	2,1	4,45	9,1	8,1	2.256	<b>17,2</b>	<b>15,0</b>	702,2
<b>B 7-8</b>	10	Lipbach	2,04	10,34	21,1	10,27	20,9	13,9	4.089	<b>34,8</b>	<b>13,8</b>	65,3

**=> Nachweis der Gräben erforderlich**

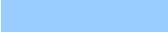
## Nachweis des Grabensystems zum Zollbach und Espengraben-Lipbach

### (3) Ermittlung der Kapazität der vorhandenen Gräben

Legende:

A 1-3 Teileinzugsgebiet = Name der Einleitstelle

 Eingabefeld

 Ergebnisfeld

Q1 Querschnitt an der Einleitstelle

Q2 Querschnitt im Abstand L nach Q1

**Abfluss im offenen Graben für A 1-3 nach Manning-Strickler**

Formel:  $Q = A * k_{St} * r_{hy}^{2/3} * I^{1/2}$

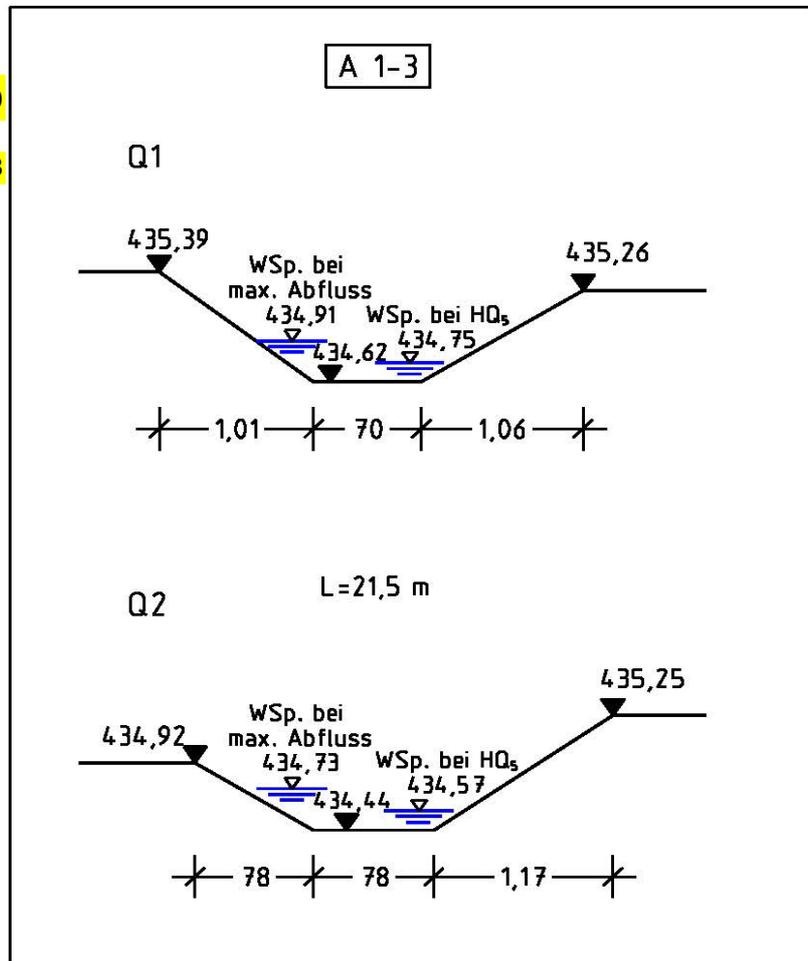
Beiwert  $k_{St}$   $m^{1/3}/s$  20

Sohlgefälle  $I$  - 0,008

Sohlgefälle  $I$  berechnet aus:  
(Höhe Q1 - Höhe Q2) / Abstand L

Q1 und Q2 vereinheitlicht als  $Q1' = Q2'$   
und idealisiert als:

**Trapezgerinne Böschungsneigung 1:2**



	Q1	Q2	Mittel	Bö.-Neig.Q1	Bö.-Neig.Q2	Q1' = Q2'	
B (Sohlbr.):	m	0,70	0,74	1:	1:	0,70	
T:	m	0,63	0,56	1,68	1,60	0,48	
A:	m <sup>2</sup>	1,2348	0,8352	1,02675		0,80	
L <sub>u</sub> :	m	3,52	2,93	3,22		2,85	
r <sub>hy</sub> :	m	0,35	0,29	0,32		0,28	
<b>Q<sub>Kapazität</sub>:</b>	m <sup>3</sup> /s	1,099	0,648	0,857		<b>0,610</b>	vor dem Ausuferen
Q <sub>Planung</sub> :	m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 1 unter (2)			für HQ <sub>1</sub>	0,042	
Q <sub>Planung</sub> :	m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 2 unter (2)			für HQ <sub>5</sub>	0,050	
max. Abfluss	m <sup>3</sup> /s	aus Einzugsgebietsplan Grabensystem				0,209	

**Q<sub>Kapazität</sub> > Q<sub>Planung</sub>**

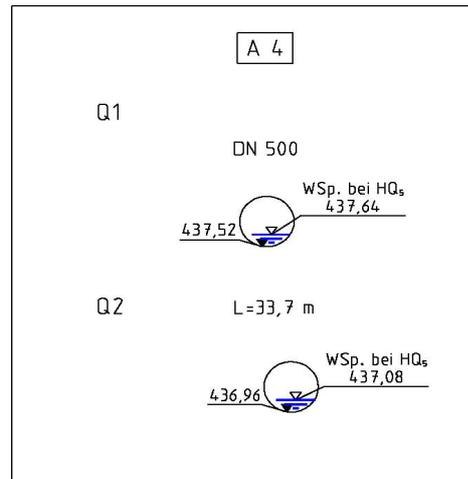
$Q_{Kapazität} / Q_{Planung} = 8,2 \%$

$Q_{Kapazität} / Q_{max. Abfluss} = 34,3 \%$

**Abfluss im Grabendurchlass DN 500 für A 4**

Sohlgefälle I - 0,016

Sohlgefälle I berechnet aus:  
(Höhe Einlauf - Höhe Auslauf) / Rohrlänge L



**Erläuterung Rohrhydraulik**

**1 Grundlagen der hydraulischen Berechnung des Abflusses in Kreisrohrleitungen**

**1.1 Allgemeines**

Im Arbeitsblatt A 110 der Abwassertechnischen Vereinigung ATV „Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und -leitungen“, Ausgabe August 1988, sind die hydromechanischen Grundlagen für die im Titel der Richtlinie genannten Aufgabenstellungen für geschlossene und offene Querschnitte zusammengestellt und für die praktische Anwendung aufbereitet. Das Arbeitsblatt enthält sämtliche erforderlichen Gleichungen sowie Tabellen und Diagramme für die benötigten Koeffizienten und Beiwerte.

Das vorliegende Tabellenbuch soll als Arbeitshilfsmittel die Anwendung der Richtlinie erleichtern und ständig wiederkehrende Berechnungen ersparen helfen. Es beschränkt sich dabei auf die Wiedergabe des Zusammenhangs zwischen dem Durchmesser, der Rauheit, dem Gefälle und dem Durchfluß sowie der Fließgeschwindigkeit bei **Kreisrohren**.

Im folgenden werden lediglich die zum Verständnis und zur richtigen Benutzung des Tabellenwerks erforderlichen Grundlagen skizziert; zur vertieften Beschäftigung mit Fragen der Rohr- und Gerinneströmung wird auf das Arbeitsblatt, die dort zitierten Literaturstellen sowie die sonstige Fachliteratur verwiesen.

$k_b = 1.50 \text{ mm}$

Gefälle		DN 500		DN 600	
%	1:	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
10.5	95.24	388	1.98	628	2.22
11.0	90.91	397	2.02	643	2.28
11.5	86.96	406	2.07	658	2.33
12.0	83.33	415	2.11	672	2.38
12.5	80.00	424	2.16	686	2.43
13.0	76.92	432	2.20	699	2.47
13.5	74.07	440	2.24	713	2.52
14.0	71.43	449	2.28	726	2.57
14.5	68.97	457	2.33	739	2.61
15.0	66.67	464	2.36	752	2.66
16.0	62.50	480	2.44	776	2.75
17.0	58.82	494	2.52	800	2.83
18.0	55.56	509	2.59	823	2.91
19.0	52.63	523	2.66	846	2.99
20.0	50.00	536	2.73	868	3.07
21.0	47.62	550	2.80	890	3.15
22.0	45.45	563	2.87	911	3.22
23.0	43.48	575	2.93	931	3.29
24.0	41.67	588	2.99	951	3.36
25.0	40.00	600	3.06	971	3.43
26.0	38.46	612	3.12	990	3.50
27.0	37.04	623	3.18	1009	3.57
28.0	35.71	635	3.23	1027	3.63
29.0	34.48	646	3.29	1046	3.70
30.0	33.33	657	3.35	1064	3.76

Q<sub>Planung</sub>: l/s aus Tabelle 1 unter (2) für HQ<sub>1</sub> 32,6  
 Q<sub>Planung</sub>: l/s aus Tabelle 2 unter (2) für HQ<sub>5</sub> 60,6

$Q_{\text{Kapazität}} > Q_{\text{Planung}}$   $Q_{\text{Kapazität}}/Q_{\text{Planung}} = 12,6 \%$

**Abfluss im offenen Graben für A 5 nach Manning-Strickler**

Formel:  $Q = A * k_{St} * r_{hy}^{2/3} * I^{1/2}$

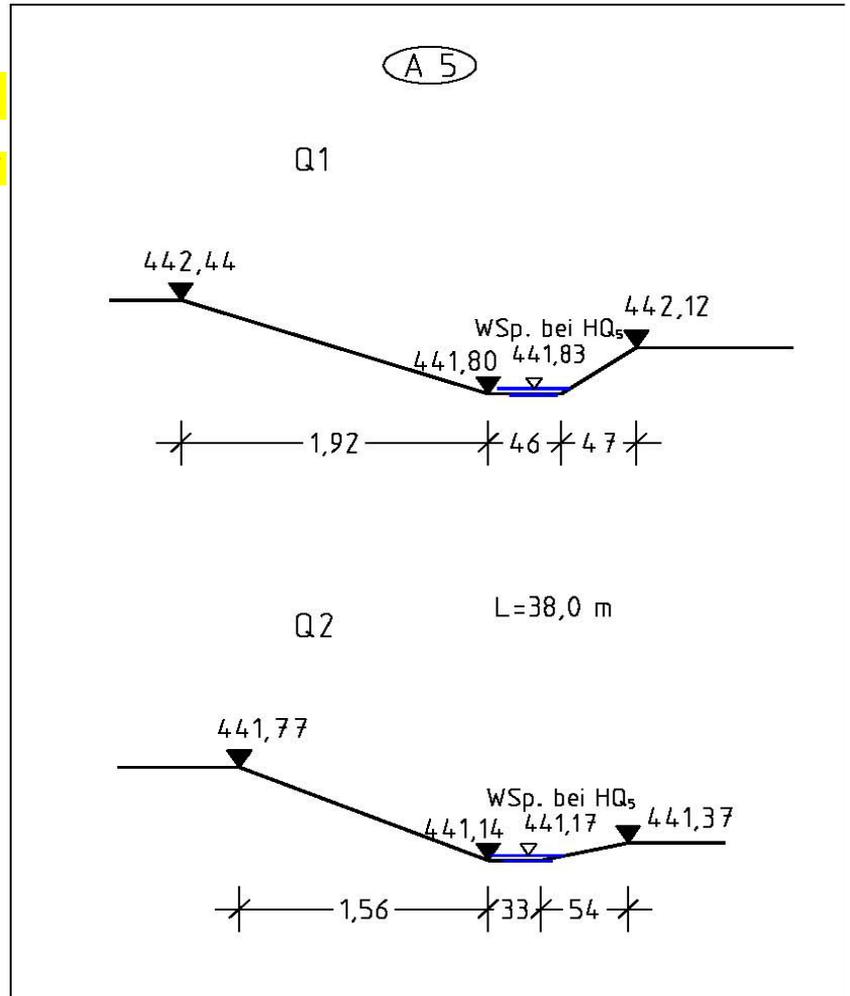
Beiwert  $k_{St}$   $m^{1/3}/s$  20

Sohlgefälle I - 0,017

Sohlgefälle I berechnet aus:  
(Höhe Q1 - Höhe Q2) / Abstand L

Q1 und Q2 vereinheitlicht als Q1' = Q2'  
und idealisiert als:

**Trapezgerinne Böschungsneigung 1:2**



	Q1	Q2	Mittel	Bö.-Neig.Q1	Bö.-Neig.Q2	Q1' = Q2'	
B (Sohlbr.): m	0,45	0,33	0,39	1:	1:	0,33	
T: m	0,31	0,24	0,28	3,05	2,35	0,24	
A: m <sup>2</sup>	0,3317	0,1944	0,2585			0,19	
L <sub>u</sub> : m	1,84	1,40	1,62			1,40	
r <sub>hy</sub> : m	0,18	0,14	0,16			0,14	
<b>Q<sub>Kapazität</sub>: m<sup>3</sup>/s</b>	0,276	0,136	0,198			<b>0,136</b>	vor dem Ausuferen
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 1 unter (2)			für HQ <sub>1</sub>		0,003	
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 2 unter (2)			für HQ <sub>5</sub>		0,003	

**Q<sub>Kapazität</sub> > Q<sub>Planung</sub>**

$Q_{Kapazität} / Q_{Planung} = 2,2 \%$

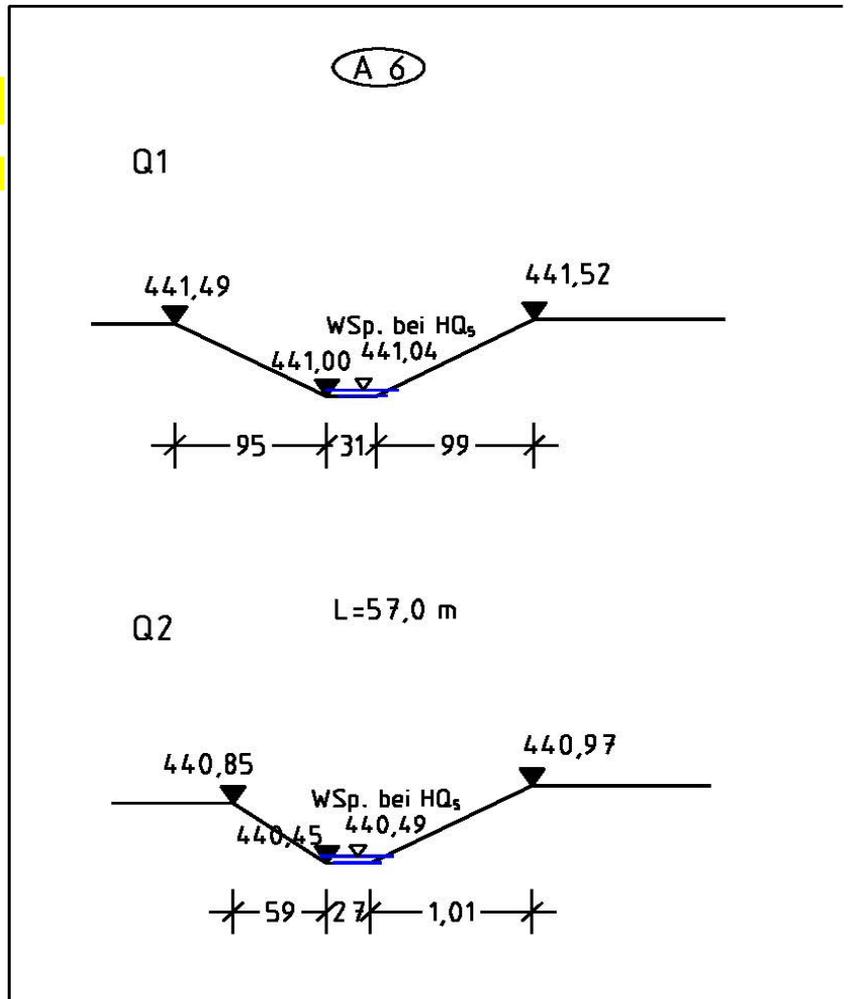
**Abfluss im offenen Graben für A 6 nach Manning-Strickler**

Formel:  $Q = A * k_{St} * r_{hy}^{2/3} * I^{1/2}$

Beiwert  $k_{St}$   $m^{1/3}/s$  20

Sohlgefälle I - 0,010

Sohlgefälle I berechnet aus:  
(Höhe Q1 - Höhe Q2) / Abstand L



Q1 und Q2 vereinheitlicht als Q1' = Q2' und idealisiert als:

**Trapezgerinne Böschungsneigung 1:2**

	Q1	Q2	Mittel	Bö.-Neig.Q1	Bö.-Neig.Q2	Q1' = Q2'	
B (Sohlbr.): m	0,31	0,27	0,29	1:	1:	0,27	
T: m	0,49	0,40	0,45	1,94	1,92	0,40	
A: m <sup>2</sup>	0,6321	0,428	0,5251			0,43	
L <sub>u</sub> : m	2,50	2,06	2,28			2,06	
r <sub>hy</sub> : m	0,25	0,21	0,23			0,21	
<b>Q<sub>Kapazität</sub>: m<sup>3</sup>/s</b>	0,505	0,300	0,395			<b>0,300</b>	vor dem Ausuferern
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 1 unter (2)			für HQ <sub>1</sub>		0,002	
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 2 unter (2)			für HQ <sub>5</sub>		0,003	

**Q<sub>Kapazität</sub> > Q<sub>Planung</sub>**

$Q_{Kapazität} / Q_{Planung} = 1,1 \%$

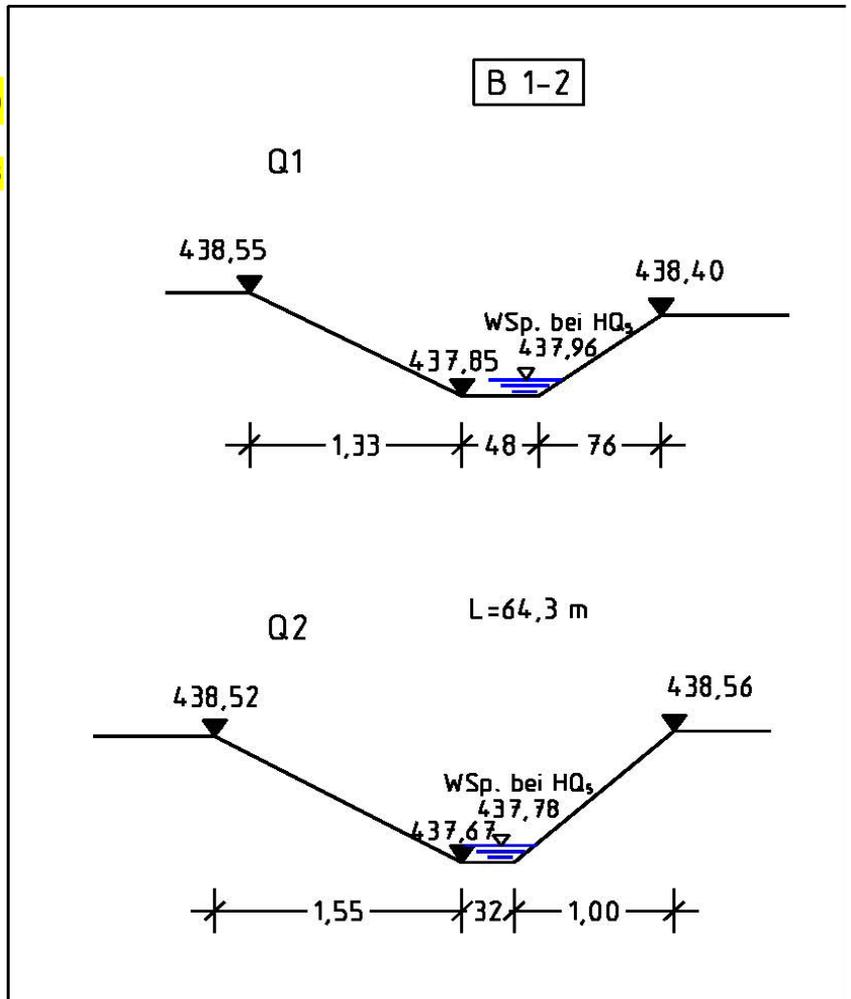
**Abfluss im offenen Graben (21) für B 1-2 nach Manning-Strickler**

Formel:  $Q = A * k_{St} * r_{hy}^{2/3} * I^{1/2}$

Beiwert  $k_{St}$   $m^{1/3}/s$  20

Sohlgefälle I - 0,003

Sohlgefälle I berechnet aus:  
(Höhe Q1 - Höhe Q2) / Abstand L



Q1 und Q2 vereinheitlicht als Q1' = Q2' und idealisiert als:

**Trapezgerinne Böschungsneigung 1:2**

	Q1	Q2	Mittel	Bö.-Neig.Q1	Bö.-Neig.Q2	Q1' = Q2'	
B (Sohlbr.): m	0,48	0,32	0,40	1:	1:	0,32	
T: m	0,54	0,85	0,69	1,91	1,81	0,54	
A: m <sup>2</sup>	0,8424	1,717	1,24405			0,76	
L <sub>u</sub> : m	2,89	4,12	3,51			2,73	
r <sub>hy</sub> : m	0,29	0,42	0,35			0,28	
<b>Q<sub>Kapazität</sub>: m<sup>3</sup>/s</b>	0,405	1,049	0,683			<b>0,351</b>	vor dem Ausufern
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 1 unter (2)			für HQ <sub>1</sub>		0,008	
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 2 unter (2)			für HQ <sub>5</sub>		0,012	

**Q<sub>Kapazität</sub> > Q<sub>Planung</sub>**

$Q_{Kapazität} / Q_{Planung} = 3,3 \%$

Abfluss im offenen Graben für B 3-4 nach Manning-Strickler

Formel:  $Q = A * k_{St} * r_{hy}^{2/3} * I^{1/2}$

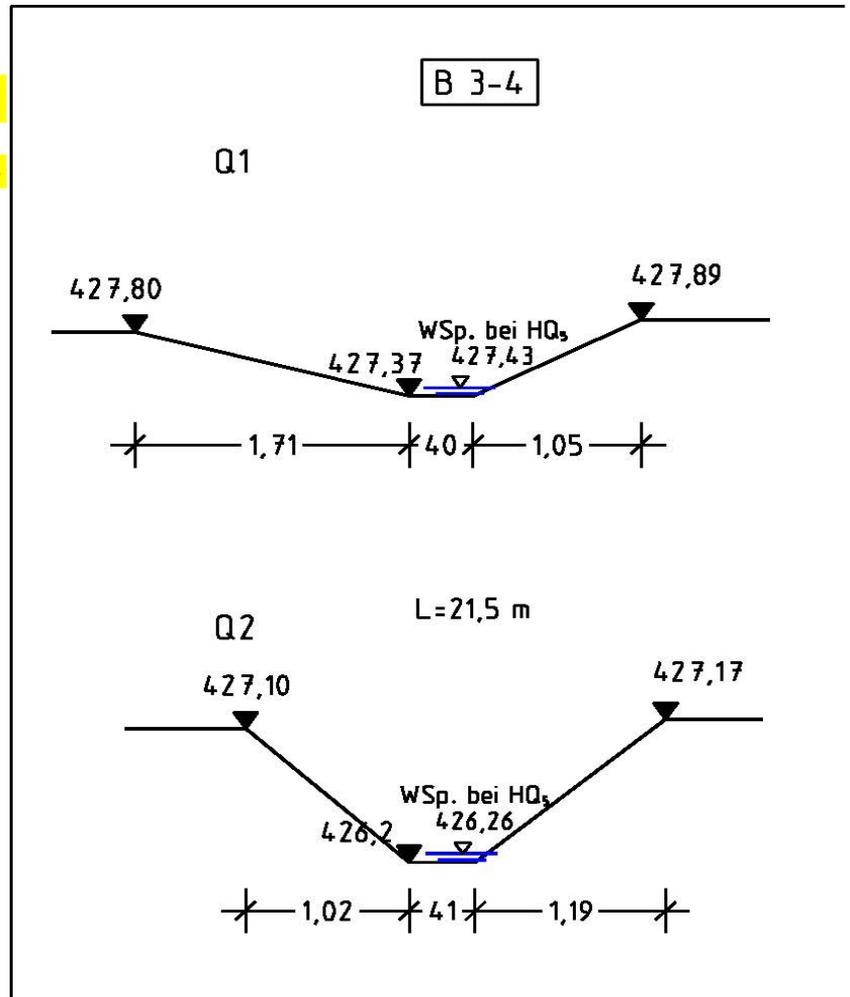
Beiwert  $k_{St}$   $m^{1/3}/s$  20

Sohlgefälle I - 0,054

Sohlgefälle I berechnet aus:  
(Höhe Q1 - Höhe Q2) / Abstand L

Q1 und Q2 vereinheitlicht als Q1' = Q2'  
und idealisiert als:

Trapezgerinne Böschungsneigung 1:2



	Q1	Q2	Mittel	Bö.-Neig.Q1	Bö.-Neig.Q2	Q1' = Q2'	
B (Sohlbr.): m	0,40	0,41	0,41	1:	1:	0,40	
T: m	0,43	0,90	0,67	3,98	1,23	0,43	
A: m <sup>2</sup>	0,5418	1,989	1,153775			0,54	
L <sub>u</sub> : m	2,32	4,43	3,38			2,32	
r <sub>hy</sub> : m	0,23	0,45	0,34			0,23	
<b>Q<sub>Kapazität</sub>: m<sup>3</sup>/s</b>	0,954	5,416	2,620			<b>0,954</b>	vor dem Ausuferen
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 1 unter (2)			für HQ <sub>1</sub>		0,016	
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 2 unter (2)			für HQ <sub>5</sub>		0,017	

**Q<sub>Kapazität</sub> > Q<sub>Planung</sub>**

Q<sub>Kapazität</sub>/Q<sub>Planung</sub> = 1,8 %

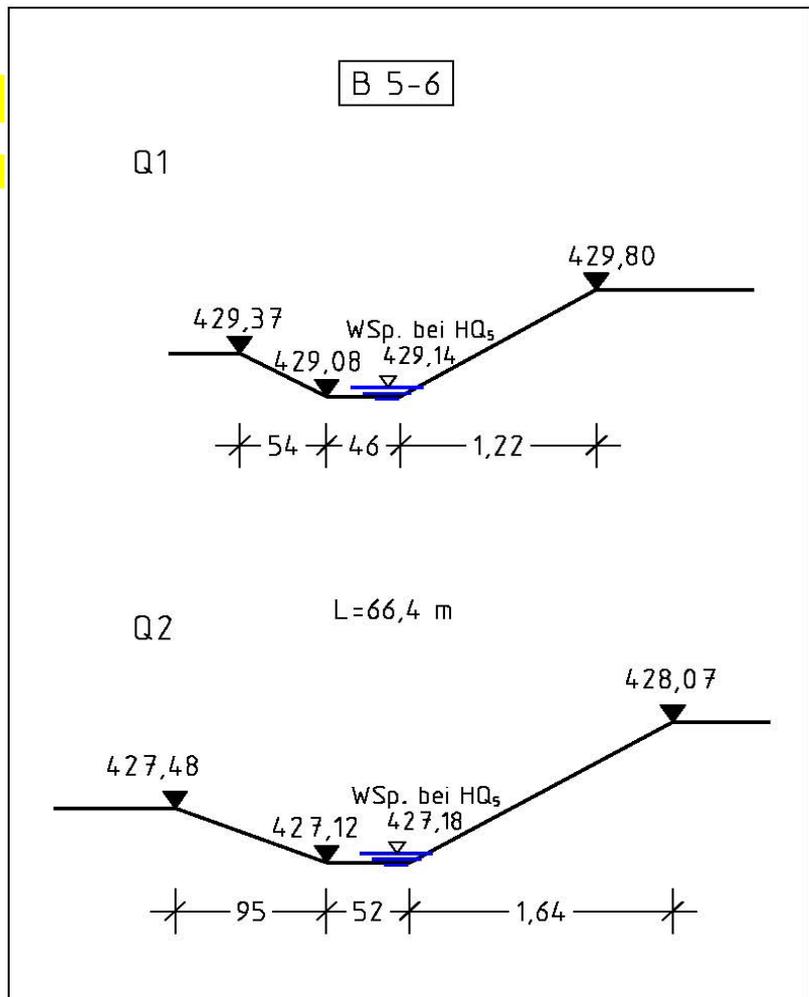
**Abfluss im offenen Graben (11) für B 5-6 nach Manning-Strickler**

**Formel:**  $Q = A * k_{St} * r_{hy}^{2/3} * I^{1/2}$

Beiwert  $k_{St}$   $m^{1/3}/s$  20

Sohlgefälle I - 0,030

Sohlgefälle I berechnet aus:  
(Höhe Q1 - Höhe Q2) / Abstand L



Q1 und Q2 vereinheitlicht als Q1' = Q2' und idealisiert als:

**Trapezgerinne Böschungsneigung 1:2**

	Q1	Q2	Mittel	Bö.-Neig.Q1	Bö.-Neig.Q2	Q1' = Q2'	
B (Sohlbr.): m	0,46	0,52	0,49	1:	1:	0,46	
T: m	0,29	0,36	0,33	1,86	2,61	0,29	
A: m <sup>2</sup>	0,3016	0,4464	0,3705			0,30	
L <sub>u</sub> : m	1,76	2,13	1,94			1,76	
r <sub>hy</sub> : m	0,17	0,21	0,19			0,17	
<b>Q<sub>Kapazität</sub>: m<sup>3</sup>/s</b>	0,323	0,546	0,425			<b>0,323</b>	vor dem Ausuferen
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 1 unter (2)			für HQ <sub>1</sub>		0,013	
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 2 unter (2)			für HQ <sub>5</sub>		0,017	

**Q<sub>Kapazität</sub> > Q<sub>Planung</sub>**

$Q_{Kapazität} / Q_{Planung} = 5,3 \%$

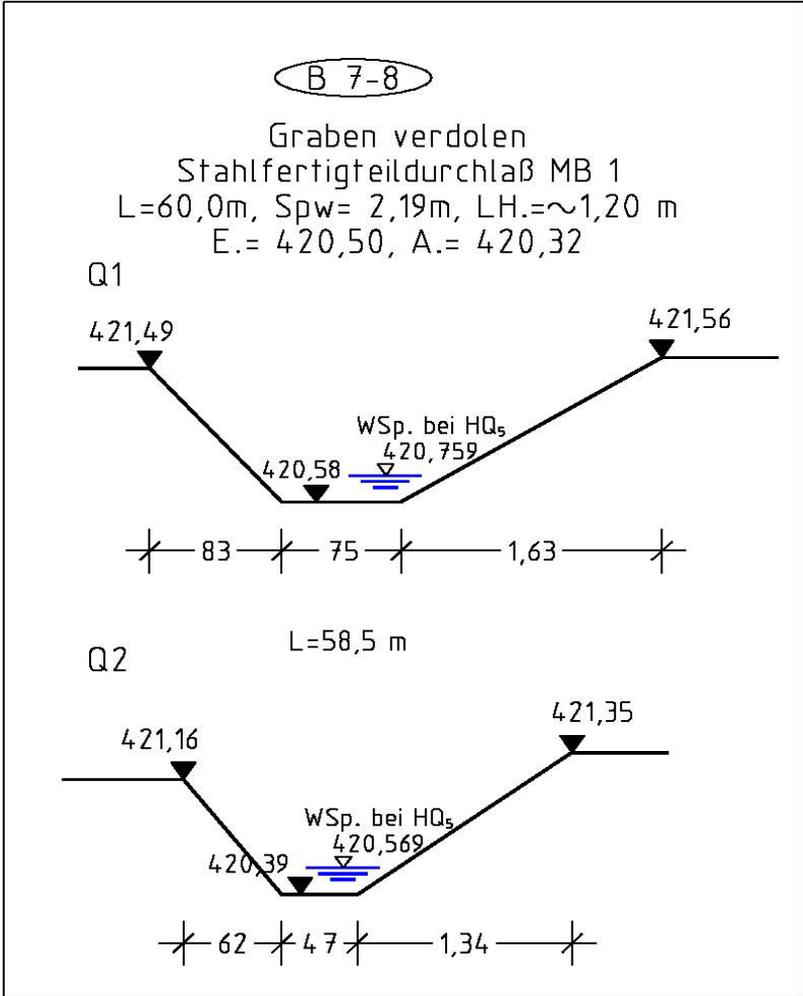
**Abfluss im offenen Graben (10) für B 7-8 nach Manning-Strickler**

**Formel:**  $Q = A \cdot k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$

Beiwert  $k_{St}$   $m^{1/3}/s$  **20**

Sohlgefälle I - **0,003**

Sohlgefälle I berechnet aus:  
(Höhe Q1 - Höhe Q2) / Abstand L



Q1 und Q2 vereinheitlicht als Q1' = Q2' und idealisiert als:

**Trapezgerinne Böschungsneigung 1:1,5**

	Q1	Q2	Mittel	Bö.-Neig.Q1	Bö.-Neig.Q2	Q1' = Q2'	
B (Sohlbr.): m	0,74	0,47	0,61	1:	1:	<b>0,47</b>	
T: m	0,91	0,77	0,84	1,65	1,41	<b>0,77</b>	
A: m <sup>2</sup>	1,91555	1,25125	1,5666			1,25	
L <sub>u</sub> : m	4,02	3,25	3,63			3,25	
r <sub>hy</sub> : m	0,48	0,39	0,43			0,39	
<b>Q<sub>Kapazität</sub>: m<sup>3</sup>/s</b>	1,280	0,726	0,979			<b>0,726</b>	vor dem Ausufern
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 1 unter (2)			für HQ <sub>1</sub>		0,025	
Q <sub>Planung</sub> : m <sup>3</sup> /s	aus Tabelle 2 unter (2)			für HQ <sub>5</sub>		0,035	

**Q<sub>Kapazität</sub> > Q<sub>Planung</sub>**       $Q_{Kapazität} / Q_{Planung} = 4,8 \%$