

Gemeinde Flurlingen
Kanton Zürich

Hochwasserschutz Talgraben Gemeinde Flurlingen

Technischer Bericht
Objekt Nr. 10020.13
Winterthur, 13. Dezember 2021

HUNZIKER **DE**TATECH

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Impressum:

Projektname: Hochwasserschutz Talgraben Flurlingen

Erstelldatum: 13. Dezember 2021

Letzte Änderung:

Autor: Hunziker Betatech AG
Pflanzschulstrasse 17
8400 Winterthur

Tel. 052 234 50 50

E-Mail: info@hunziker-betatech.ch

Mirjam Murer
Koref. Benjamin Lüthi, Reto Albert

Datei:

Q:\Projekte\10000\10020\10020.13-Kleinprojekte_GW09_Flurlingen\Berichte\10020.13 Hochwasserschutz Talgraben Flurlingen



Inhaltsverzeichnis

1	Anlass und Auftrag	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Ziele	3
2	Grundlagen	4
2.1	Betrachtungssperimeter	4
2.2	Historische Ereignisse	4
2.3	Geologische Verhältnisse	4
2.4	Hydrologische Verhältnisse	5
3	Hochwasserabschätzung	6
3.1	Methode	6
3.2	Bestimmen der Hochwasserabflüsse	7
4	Risikobeurteilung	9
4.1	Schutzziel	9
4.2	Gefahrenbeurteilung offener Bachabschnitt	10
5	Raumbedarf	14
5.1	Vorgehen	14
5.2	Abschnitt 1	14
5.3	Abschnitt 2	14
5.4	Abschnitt 3	16
6	Schlussbetrachtung	17
6.1	Resultate	17
6.2	Empfehlung	18
	Literaturverzeichnis	19
	Anhang 1: EZG Abschnitte 1 bis 3	20



1 Anlass und Auftrag

1.1 Ausgangslage

Im Rahmen der Ausscheidung der Gewässerräume im Siedlungsgebiet für die Gemeinde Flurlingen wurde vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) ein Hochwasserschutz-Nachweis für den eingedolten, auf kurzem Abschnitt halb offenem Talgraben, verlangt. Grundsätzlich ist die Berechnung von Dolen nicht Teil eines GEP. Aufgrund der Tatsache, dass der Talgraben die ganze Gemeinde quert und diverse Regenabwasser-Anschlüsse aus der Siedlung in diesen münden, soll er in die Analysen miteinbezogen werden.

Für den Talgraben in der Gemeinde Flurlingen wurde aufgrund der Annahme eines komplett eingedolten Fliessgewässers in der Gefahrenkarte des Kantons Zürich keine Gefährdung ausgewiesen (GIS Kanton Zürich, 2021). Tatsächlich weist der Bach aber ein kurzes offenes Stück auf, bei der allenfalls eine Schwachstelle besteht.

1.2 Ziele

Folgende Ziele sollen in diesem Technischen Bericht erreicht werden:

- Zusammentragen und Sichten der Grundlagen
- Bestimmen des Einzugsgebiets
- Berechnen der massgebenden Hochwasserabflüsse HQ_{30} , HQ_{100} , HQ_{300}
- Berechnen der Kapazität des offenen Abschnitts aufgrund von aufgenommenen Querprofilen
- Nachweis der Hochwassersicherheit für das Fliessgewässer Talgraben
- Dokumentation mit Herleitung, Engpässen und Platzbedarf für allfällige Massnahmen, so dass der Gewässerraum festgelegt werden kann
- Gewässerraumausscheidung für offener Bachabschnitt (Drittprojekt)



2 Grundlagen

2.1 Betrachtungsperimeter

Der Betrachtungsperimeter erstreckt sich über das Einzugsgebiet (EZG) des Talgrabens, bis zu seiner Einmündung in den Rhein. Im generellen Entwässerungsplan (GEP) 2005 ist der Talgraben unter dem Namen Dorfbach aufgeführt. Gemäss den Kartengrundlagen des GIS Kanton Zürich beginnt das offizielle Fliessgewässer innerhalb der Landwirtschaftszone oberhalb der Winterthurerstrasse. Der Talgraben überquert die A4 und unterquert die Winterthurerstrasse und die Siedlungszone der Gemeinde Flurlingen. Diverse Zuleitungen im Siedlungsgebiet werden aufgrund des vermuteten Einflusses in die Betrachtungen miteinbezogen (Abbildung 1).

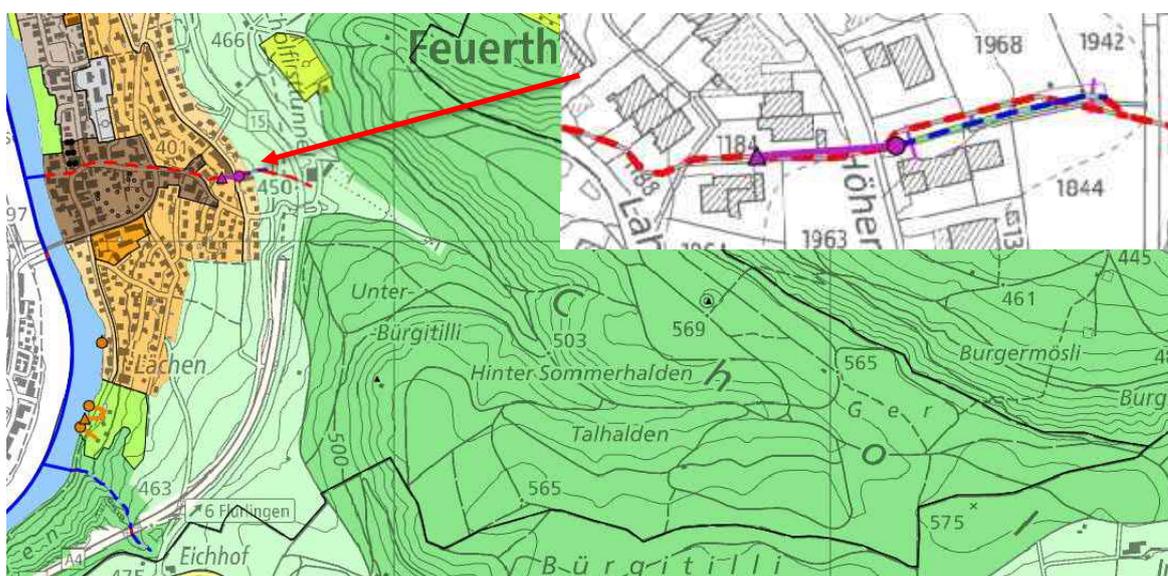


Abbildung 1: Betrachtungsperimeter (Zoom: rot = Dole, blau = offener Abschnitt, violett = gelöschtes wasserrechtliches Teilstück) (GIS Kanton Zürich, 2021)

2.2 Historische Ereignisse

Es sind keine historischen Hochwasserereignisse bekannt.

2.3 Geologische Verhältnisse

2.3.1 Geologie

Im EZG ist vorwiegend mit jüngerem Deckenschotter und Gehängeschutt zu rechnen. Dem Gewässerlauf folgend von oben nach unten ergibt sich folgendes Bild: Verschiedene Schotterschichten, junge Alluvionen, künstliche Aufschüttung (teilweise belastet jedoch nicht Überwachungs- oder Sanierungsbedürftig), Sande und Sandsteine (terrestrische Mergel), Moränematerial und in den unteren ca. 380 m ein Bachschuttkegel (vorwiegend lehmiger Schwemmkegel). (GIS Kanton Zürich, 2021)

2.3.2 Geschiebehaushalt

Wegen des unterirdischen Ursprungs des Talgrabens direkt in die Dole und der langen Eindolung oberhalb des offenen Gewässerabschnittes ist nicht mit einem bemessungsrelevanten Geschiebeeintrag zu rechnen. Aufgrund der Begehung vom 04. November 2021 (Hunziker-Betatech AG, 2021) kann diese Aussage auch für den offenen Bachabschnitt bis zur Einmündung in den Rhein gemacht werden.

2.3.3 Geschwemmsel

Aufgrund des unterirdischen Ursprungs des Talgrabens in ein Leitungsrohr und der langen Eindolung oberhalb des offenen Gewässerabschnittes ist nicht mit einem bemessungsrelevanten Geschwemmsel eintrag innerhalb der Dole zu rechnen. Der offene Bachabschnitt ist von Büschen und Bäumen gesäumt. Ein eindimensionaler Rechen verhindert den Eintrag von grösseren Ästen in die Dole.

2.4 Hydrologische Verhältnisse

2.4.1 Hydrologie

Der Talgraben ist ein kleines, steiles, eingedoltes Fließgewässer mit einem zusätzlichen ca. 65 m langen offenen Gewässerabschnitt in wenig beeinträchtigtem Zustand. Dieser offene Abschnitt wird nach der Winterthurerstrasse von der Haupteindolung in einem Trennbauwerk durch eine Leitung mit Durchmesser DN300 gespeist. Der Talgraben führt das ganze Jahr über Wasser, auch im trockenen Sommer 2003 führt er Wasser (Generelle Entwässerungsplanung, 2005). Die im GIS noch angezeigte Wasserrechtliche Nutzung hat den Status «gelöscht» (Abbildung 1) (GIS Kanton Zürich, 2021).

2.4.2 Grundwasser

Im oberen Bereich des Untersuchungsperimeter handelt es sich um ein Gebiet mit geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2 m) oder geringer Durchlässigkeit. Unmittelbar oberhalb der Winterthurerstrasse befinden sich zwei Quelfassungen mit dazugehörigen Grundwasserschutz zonen. Im Umkreis des Betrachtungsperimeters befinden sich einige weitere Grundwasserschutz zonen (Abbildung 2).

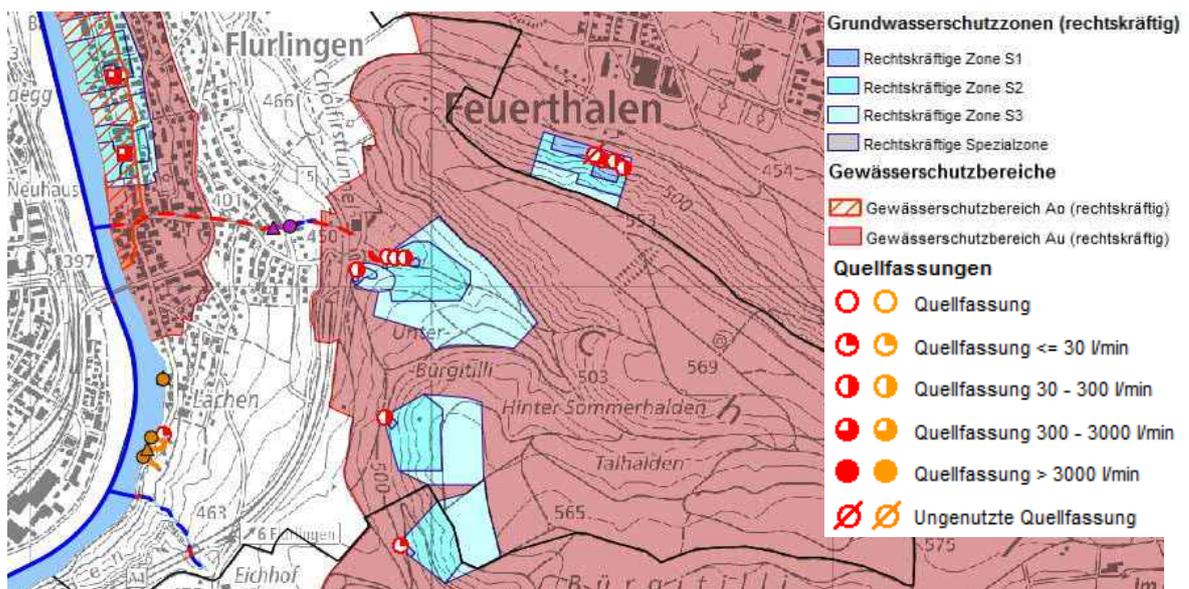


Abbildung 2: Grundwasserschutz zonen im Untersuchungsperimeter (GIS Kanton Zürich, 2021)



2.4.3 Oberflächenabfluss

Der Oberflächenabfluss aus dem EZG sammelt sich unmittelbar oberhalb der Winterthurerstrasse. Wie in der Abbildung 3 ersichtlich, handelt es sich um hohe Fliesstiefen, die sich über das ganze obere EZG zu einem stetigen Lauf kumulieren. Im Siedlungsgebiet sind einige Regenabwasserleitungen an den Talgraben angeschlossen, was bei Regenwetter die Abflussmenge erhöht.

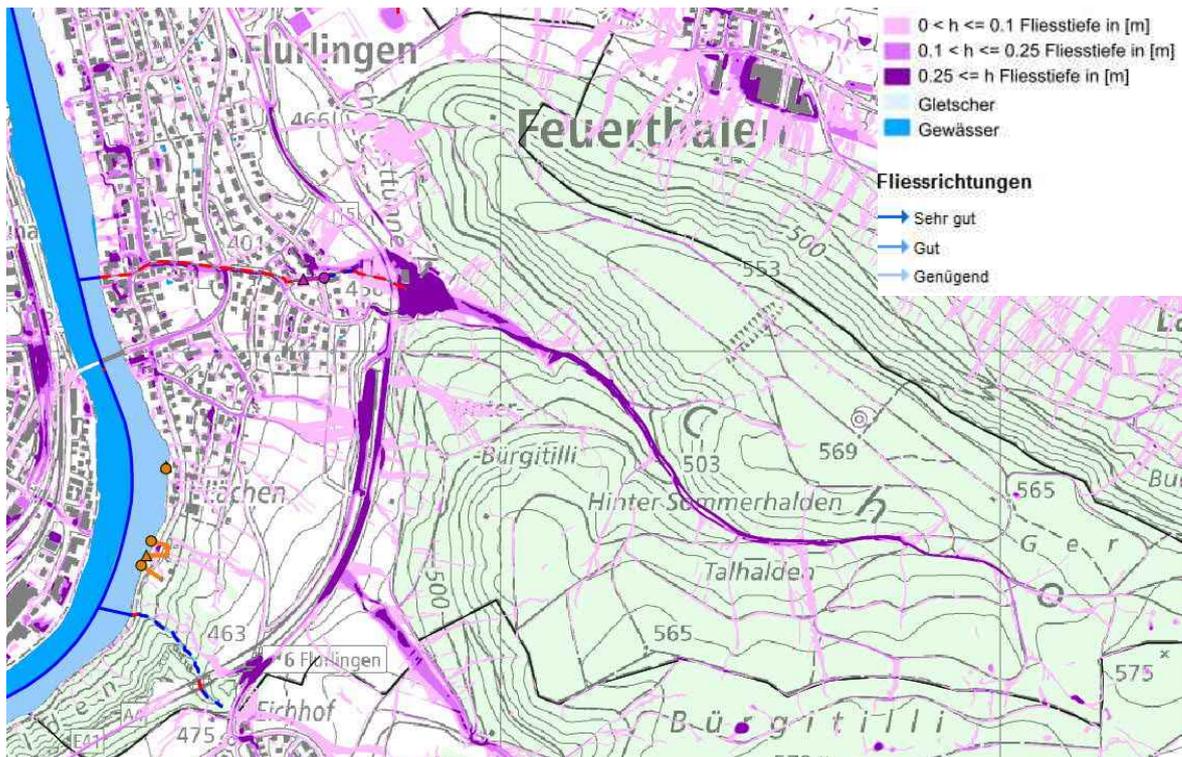


Abbildung 3: Oberflächenabfluss im Betrachtungsperimeter (GIS Kanton Zürich, 2021)

3 Hochwasserabschätzung

3.1 Methode

Für die Bestimmung der Hochwasserabflussmengen wurde auf Grundlage des Dokuments «Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten» (Bundesamt für Wasser und Geologie, 2003), gemäss den Niederschlags-Abfluss-Methoden für kleine Einzugsgebiete vorgegangen. Der Betrachtungsperimeter wurde in drei Abschnitte unterteilt und das jeweilige EZG mit dem Programm «Einzugsgebiet CH Web» ermittelt. Wo durch die Einzugsgebiete der Siedlungsentwässerung zusätzlich (zum natürlichen Einzugsgebiet) Wasser in den Bach geführt wird, wurden diese Gebiete mit zufließenden Regenwasserleitungen in die Betrachtungen miteinbezogen. Die EZG wurden in das Programm «HAKESCH 2.0 Web» übernommen und die Abflussmengen je EZG für ein HQ₃₀ und ein HQ₁₀₀ nach den bekannten Verfahren bestimmt (GeoFlow 1.5.9, 2021). Die erhaltenen Werte wurden mit dem Wert aus dem Technischen Bericht zur Sanierung des Dorfbachs (Gemeinde Flurlingen, 1981) plausibilisiert und die Dimensionierungsabflüsse für das jeweilige EZG bestimmt. Für das HQ₃₀₀ wurden die Werte logarithmisch extrapoliert. Aufgrund der besonderen Lage des Talgrabens nahe des Juragebiets und wegen fehlenden vergleichbaren Fließgewässer-EZG in der Nähe wurde auf die Methode der regionalen Übertragung verzichtet.

3.2 Bestimmen der Hochwasserabflüsse

3.2.1 EZG Abschnitt 1

Das EZG des Abschnitt 1 reicht von der topografischen Wasserscheide bis zum im Gewässerkataster des Kanton Zürichs (GIS Kanton Zürich, 2021) eingezeichneten Ursprung des Talgrabens oberhalb der Winterthurerstrasse (Abbildung 4). Einträgen durch Karstquellen oder anderen sickerfähigen Bodenschichten werden aufgrund der vorhandenen geologischen Situation nicht vermutet. Aufgrund von Drainageleitungen wird das Gebiet rund um den Sportplatz Eggen und das Reservoir Kohlfirst ins EZG eingerechnet; das entspricht einem konservativen Vorgehen: in Realität ist die Reaktionszeit von Drainagen geringer als die eines Hochwasserabflusses. Das im Programm aus den Höhenlinien errechnete EZG stimmt mit demjenigen aus der Teileinzugsgebietskarte von SwissTopo (map.geo.admin, 2021) überein. Die anfallenden Wassermengen gelangen über einen Kontrollschacht in die Bacheindolung mit Durchmesser DN600. Diese führt vom Ursprung oberhalb der Winterthurerstrasse bis zum KS 2272 bei dem sich der Abzweiger zum offenen Gewässerabschnitt befindet (Anhang 1: EZG Abschnitt 1 und Abbildung 8).

Beim Ermitteln der Abflussspitzen wird ersichtlich, dass der obere Grenzwert nach Müller $HQ_{max} = 10.7 \text{ m}^3/\text{s}$ von den Werten aus den anderen Verfahren nicht überschritten wird. Aufgrund der kurzen Länge des Hauptgerinnes (76 m) ist das Verfahren nach Taubmann für den Abschnitt 1 nicht geeignet, die Abflussspitzen werden stark überschätzt. Um auch bei diesem Verfahren auf verifizierbare Daten zu kommen, wird die Länge des Hauptgerinnes der Länge der Wasserscheide bis zur Quelle gleichgesetzt (1750 m) und das Resultat als Vergleichswert in die Auswertungen miteinbezogen. Bei Veränderung des Benetzungsvolumen nach Kölla kommt es zu massgebenden Unterschieden der Abflussspitzen. Da sich eine korrekte Aussage zu diesem Wert im vorliegenden Fall schwierig gestaltet, wird einerseits mit dem Wert $D = 40$ für Molasselandschaften des Mittellandes, Standard bei tiefgründigeren Böden (starke Bewaldung) und mit dem Wert $C = 30$ für Molasselandschaften des Mittellandes, Sohlentäler bei tiefgründigen Böden (starke Bewaldung) gerechnet. In der Tabelle 1 sind die grösseren der beiden Werte angegeben.

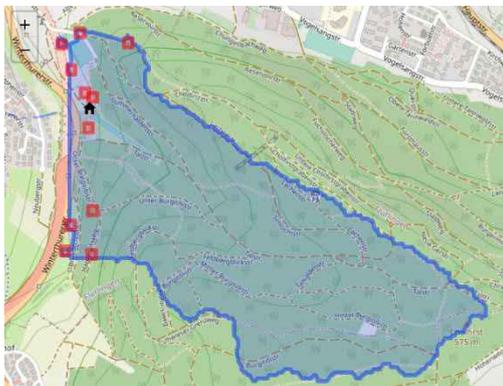


Abbildung 4: EZG Abschnitt 1 oberhalb der Winterthurerstrasse (GeoFlow 1.5.9, 2021)

Tabelle 1: Abflussspitzen für das EZG Abschnitt 1 (GeoFlow 1.5.9, 2021)

Verfahren	HQ_{30} [m ³ /s]	HQ_{100} [m ³ /s]
Taubmann*	1.8**	2.9
Clark-WSL	3.7	5.1
Fliesszeit	2.0	3.0
Kölla	1.2	1.3
TB Sanierung Dorfbach*	4.0***	
Wahl HQ Abschnitt 1	2.8	4.0

* Vergleichswert

** HQ_{25}

***Dimensionierungshochwasser

Da die Werte nach dem Verfahren von Kölla sehr tief sind und als eher unwahrscheinlich betrachtet werden, wird das HQ_{30} und HQ_{100} aus dem Mittelwert der beiden Verfahren Clark-WSL und Fliesszeit bestimmt. Das HQ_{100} stimmt mit dem Dimensionierungshochwasser des Technischen Berichts Sanierung

Dorfbach (Gemeinde Flurlingen, 1981) überein. Für das HQ_{300} wird aufgrund der Verfahren Clark-WSL und Fließzeit der logarithmisch extrapolierte Wert auf $5.1 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt.

3.1.2 EZG Abschnitt 2

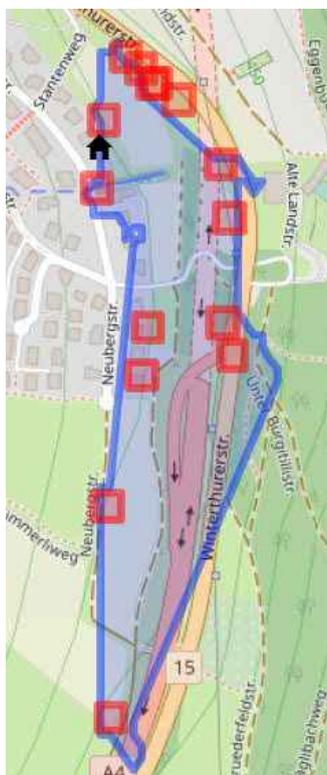


Abbildung 5: EZG Abschnitt 2 unterhalb der (GeoFlow 1.5.9, 2021)

Das EZG des Abschnitt 2 reicht von der Winterthurerstrasse bis zur Wiedereinmündung des offenen Gewässerabschnittes in die Talgraben-Dole (Abbildung 5). Oberhalb der Neubergstrasse wird Regenwasser (Siedlungsentwässerung) in den Talgraben geleitet. Um die so zugeführten Wassermengen zu berücksichtigen, werden diese Gebiete ins EZG miteinbezogen (Anhang 1: EZG Abschnitt 2), das abgebildete Einzugsgebiet entspricht damit nicht dem natürlichen Einzugsgebiet.

Beim Ermitteln der Abflussspitzen wird ersichtlich, dass der obere Grenzwert nach Müller $HQ_{\max} = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ von den Werten aus den anderen Verfahren nicht überschritten wird. Bei Veränderung des Benetzungsvolumen nach Kölla kommt es zu massgebenden Unterschieden der Abflussspitzen. Da sich eine korrekte Aussage zu diesem Wert im vorliegenden Fall schwierig gestaltet, wird einerseits mit dem Wert C = 35 für Molasselandschaften des Mittellandes, Sohlentäler mit tiefgründigeren Böden und mit dem Wert B = 25 für Molasselandschaften des Mittellandes, Sohlentäler mit schwachem Relief gerechnet (GeoFlow 1.5.9, 2021). In der Tabelle 2 sind die grösseren der beiden Werte angegeben. Für das HQ_{300} wird der logarithmisch extrapolierte Wert auf $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt.

Tabelle 2: Abflussspitzen für das EZG Abschnitt 2 (GeoFlow 1.5.9, 2021)

Verfahren	$HQ_{30} [\text{m}^3/\text{s}]$	$HQ_{100} [\text{m}^3/\text{s}]$
Taubmann	0.2*	0.2
Clark-WSL	0.1	0.1
Fließzeit	0.2	0.2
Kölla	0.1	0.1
Wahl HQ	0.1	0.2
Wahl HQ Abschnitt 2	2.9	4.2

* HQ_{25}

3.2.2 EZG Abschnitt 3

Das EZG des Abschnitt 3 reicht von der Wiedereinmündung des Talgrabens in die Dole bis zum Rhein. In diesem Abschnitt entwässern einige Regenabwasserleitungen in den Talgraben, die in die Betrachtungen miteinbezogen werden (Abbildung 6).

Beim Ermitteln der Abflussspitzen wird ersichtlich, dass der obere Grenzwert nach Müller $HQ_{\max} = 2.9 \text{ m}^3/\text{s}$ von den Werten aus den anderen Verfahren nicht überschritten wird. Bei Veränderung des Benetzungsvolumen nach Kölla kommt es zu massgebenden Unterschieden der Abflussspitzen. Da sich eine korrekte Aussage zu diesem Wert im vorliegenden Fall schwierig gestaltet, wird einerseits mit dem Wert C = 35 für Molasselandschaften des Mittellandes, Sohlentäler mit tiefgründigeren Böden und mit dem Wert B = 25 für Molasselandschaften des Mittellandes, Sohlentäler mit schwachem Relief gerechnet (GeoFlow 1.5.9, 2021). In der Tabelle 3 sind die grösseren der beiden Werte angegeben. Für das HQ_{300} wird der logarithmisch extrapolierte Wert auf $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt.

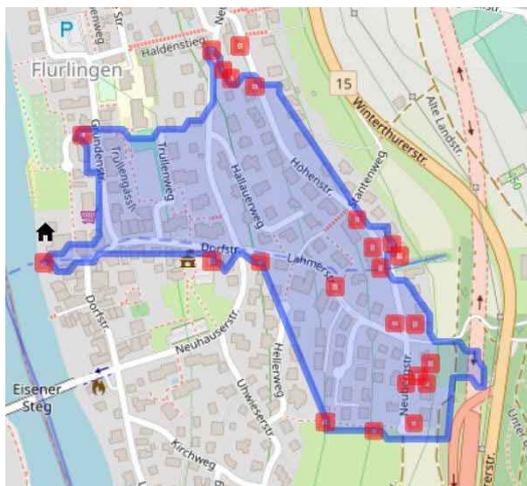


Abbildung 6: EZG Abschnitt 3 (blau = konservative Annahme des Einzugsgebiets (GeoFlow 1.5.9, 2021))

Tabelle 3: Abflussspitzen für das EZG Abschnitt 3 (GeoFlow 1.5.9, 2021)

Verfahren	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]
Taubmann	0.2*	0.5
Clark-WSL	0.4	0.5
Fliesszeit	0.4	0.5
Kölla	0.4	0.4
TB Sanierung Dorfbach	1.0**	
Wahl HQ	0.4	0.5
Wahl HQ Abschnitt 3	3.3	4.7

*HQ₂₅

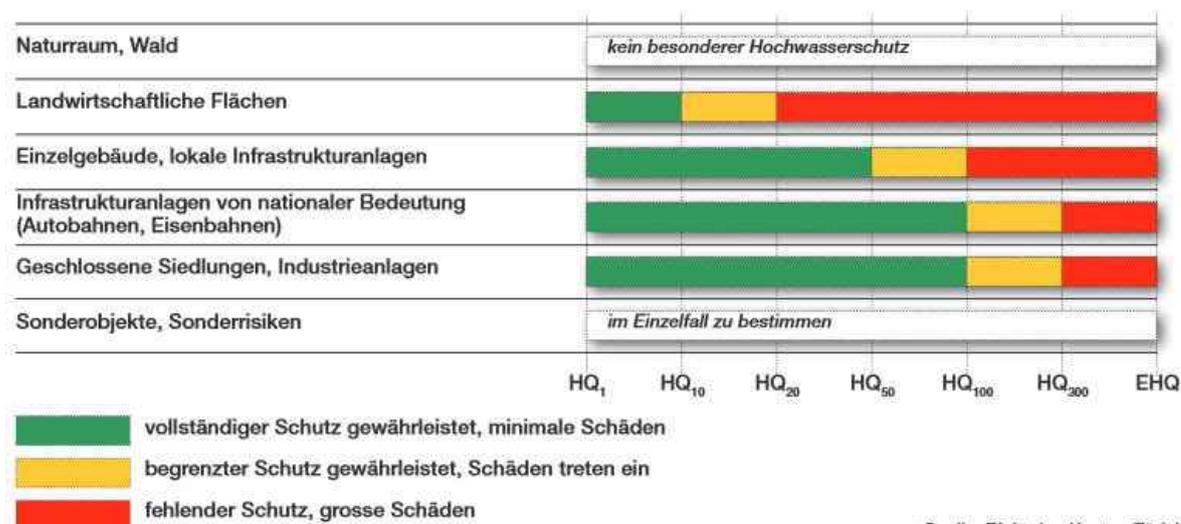
**Dimensionierungshochwasser für Abschnitt 2 & 3

4 Risikobeurteilung

4.1 Schutzziel

Im Einflussbereich des Talgrabens befinden sich keine Sonderobjekte, die eine Schutzzielefestlegung auf ein HQ₃₀₀ rechtfertigen. Aus diesem Grund wird das Schutzziel gemäss der Schutzzielmatrix des Kantons Zürich bei einem HQ₁₀₀ festgelegt (Abbildung 7).

Schutzziele des Kantons Zürich für Hochwasser



Quelle: Richtplan Kanton Zürich

Abbildung 7: Schutzzielmatrix des Kantons Zürich



4.2 Gefahrenbeurteilung offener Bachabschnitt

Für die Abschnitte 1 und 3 sind die Informationen zur Abflusskapazität im Kapitel 5 Raumbedarf zu finden.

4.2.1 Anfallende Wassermenge

Der anfallende Abfluss für den offenen Talgraben entspricht in der bestehenden Situation nicht der Summe der beiden Abflüsse im Abschnitt 1 und Abschnitt 2, da aus dem Abschnitt 1 nur die Wassermenge aus einem DN300-Rohr zugeführt wird (Abbildung 8). Alle übrigen Wassermengen werden parallel zum offenen Abschnitt in einem DN1000 geführt.

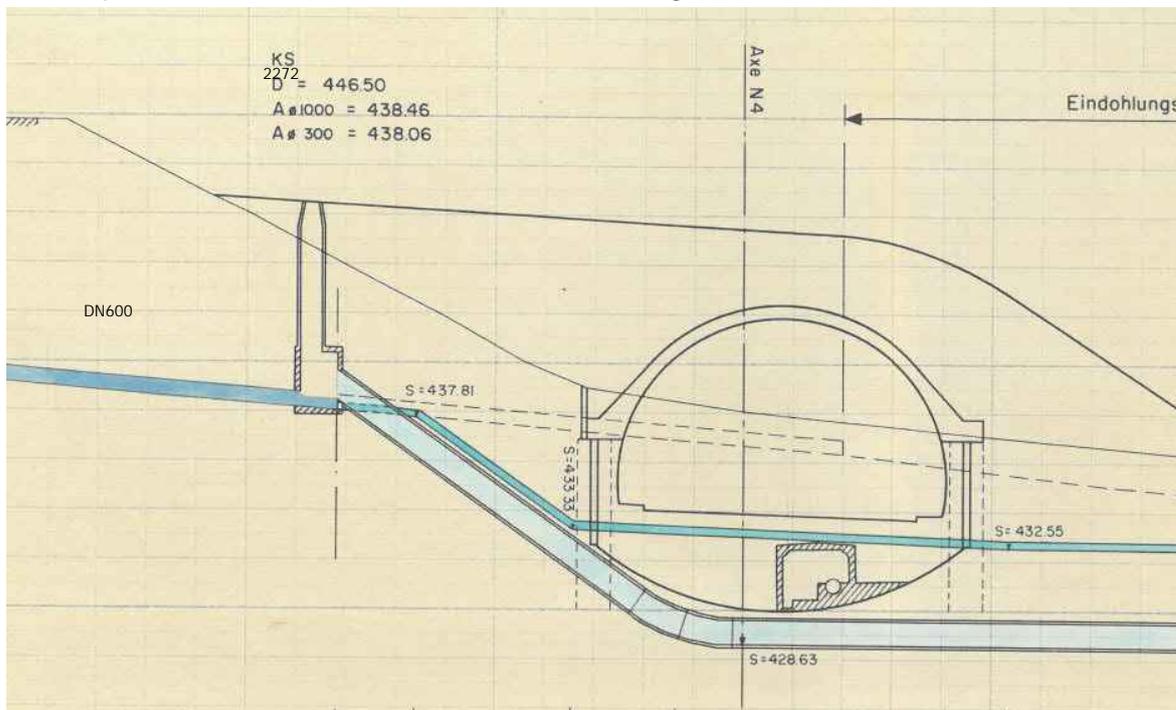


Abbildung 8: Ausschnitt aus dem Längensprofil-A4 des Sanierungsprojektes Dorfbach (Gemeinde Flurlingen, 1981)

Über eine Energielinienberechnung nach Bernoulli kann die anfallende Wassermenge aus der Eindolung abgeschätzt werden (Tabelle 4). Es wurde davon ausgegangen, dass die Haltungen im Schacht KS 2272 zuschlagen und die Abflüsse unter Druck abgeführt werden müssen. Die resultierende Energie-/Wasserspiegelhöhe ergibt sich aus der Geschwindigkeit, die für das Abführen der Wassermengen (über beide Haltungen, DN300 und DN1000) erreicht werden muss, sowie aus einem Einlaufverlustbeiwert von jeweils 0.5 (Annahme).

Für den offenen Bachabschnitt fällt gemäss obigen Berechnungen ein Abfluss von rund $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ aus der Rohrleitung und ein Abfluss von $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ aus dem EZG des Abschnitt 2 an. Dies entspricht gesamthaft einem Abfluss von $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabelle 4: Bestimmte Durchflussmenge für den offenen Bachabschnitt

Kreisprofil DN1000			
Grösse	Kürzel	Wert	Einheit
Durchfluss total	Q_{tot}	4.000	m ³ /s
Durchfluss DN1000	Q	3.611	m ³ /s
Kote Sohle Kanal	UK	438.080	m.ü.M.
Gefälle abgehender Kanal	J	0.085	-
Durchmesser abgehender Kanal	D	1.000	m
Radius abgehender Kanal	r	0.500	m
Querschnitt	A	0.785	m ²
Geschwindigkeit Druckabfluss	v_p	4.598	m/s
Geschwindigkeitshöhe Druckabfluss	h_{vp}	1.077	m
Annahme Verluste (grob)	ξ	0.500	-
Benötigte Energiehöhe für Druckabfluss	H_{kp}	1.616	m
Energielinie/WSP bei Abschottung	EL _A	440.696	m.ü.M.

Kreisprofil DN300			
Grösse	Kürzel	Wert	Einheit
Durchfluss DN300	Q	0.389	m ³ /s
Kote Sohle Kanal	UK	438.080	m.ü.M.
Gefälle abgehender Kanal	J	0.085	-
Durchmesser abgehender Kanal	D	0.300	m
Radius abgehender Kanal	r	0.150	m
Querschnitt	A	0.071	m ²
Geschwindigkeit Druckabfluss	v_p	5.504	m/s
Geschwindigkeitshöhe Druckabfluss	h_{vp}	1.544	m
Annahme Verluste (grob)	ξ	0.500	-
Benötigte Energiehöhe für Druckabfluss	H_{kp}	2.316	m
Energielinie/WSP bei Abschottung	EL _A	440.696	m.ü.M.

4.2.2 Bestimmen der Abflusstiefe

Um die Abflusskapazität im offenen Bachabschnitt zu bestimmen, wurden während einer Begehung am 04. November 2021 6 Querprofile aufgenommen. Für die Bestimmung der Abflusskapazität wurde das Querprofil mit den geringsten Abmessungen gewählt (Abbildung 9). Als konservative Annahme wird von einem symmetrischen Querschnitt ausgegangen. Aufgrund des steilen Gerinnes kommt es zu schiessendem Abfluss (Tabelle 5 links). Um die Abflusskapazität nicht zu überschätzen, wird gemäss Angaben AWEL, vergleichsweise auch mit einer Froude-Zahl von 0.9 gerechnet (Tabelle 5 rechts).

Wir möchten darauf hinweisen, dass an dieser Stelle durch das vorliegende Gefälle in jedem Fall schiessender Abfluss auftreten wird. Um mit diesen Abflüssen umgehen zu können, werden beide Fälle, schiessender und strömender Abfluss, überprüft und der konservative Fall berücksichtigt.

Tabelle 5: Abflusstiefe und Fliessgeschwindigkeit bei einem HQ₁₀₀

Eingabefeld		Eingabefeld	
Resultatfeld		Resultatfeld	
Gesucht: Geschwindigkeit & Abfluss		Gesucht: Geschwindigkeit & Abfluss	
Trapezprofil		Trapezprofil	
h	0.22 m	h	0.40 m
k _{st}	35 m ^{1/3} /s	k _{st}	35 m ^{1/3} /s
l	10.0%	l	1.1%
bu	0.6 m	bu	0.6 m
α	45°	α	45°
A	0.2 m ²	A	0.4 m ²
U	1.2 m	U	1.7 m
R	0.1 m	R	0.2 m
b	1.0 m	b	1.4 m
v _m	3.1 m/s	v _m	1.4 m/s
Q	0.6 m ³ /s	Q	0.6 m ³ /s
Fr	2.4 < 0.9	Fr	0.8 < 0.9

Rechnerisch beträgt die Abflusstiefe inklusive Freibord für das betrachtete Querprofil für den Dimensionierungsabfluss bei schiessendem Abfluss 0.2 m und bei strömendem Abfluss 0.4 m. Das bestehende Profil ist bei strömendem Abfluss ungenügend, um diese Abflussmengen abzuführen.

4.2.3 Erforderliches Freibord

Folgendes Freibord nach KOHS (Kommission Hochwasserschutz, 2013) wird aufgrund der anfallenden Wassermengen bei schiessendem Abfluss benötigt:

$$f_e = \sqrt{(f_w^2 + f_v^2)} = \sqrt{(0.12^2 + 0.49^2)} = 0.5 \text{ m}$$

$$f_w = \sigma_w = \sqrt{(\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2)} = \sqrt{(0.073^2 + 0.1^2)} = 0.12 \text{ m}$$

$$\sigma_{wh} = 0.06 + 0.06 \cdot h = 0.06 + 0.06 \cdot 0.22 = 0.073 \text{ m}$$

$$f_v = v^2 / (2 \cdot g) = 3.1^2 / (2 \cdot 9.81) = 0.49 \text{ m}$$

Folgendes Freibord nach KOHS (Kommission Hochwasserschutz, 2013) wird aufgrund der anfallenden Wassermengen bei strömendem Abfluss benötigt:

$$f_e = \sqrt{(f_w^2 + f_v^2)} = \sqrt{(0.13^2 + 0.1^2)} = 0.2 \text{ m} (< 0.5 \text{ m} = \text{Vorgabe minimales Freibord Kanton Zürich})$$

$$f_w = \sigma_w = \sqrt{(\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2)} = \sqrt{(0.084^2 + 0.1^2)} = 0.13 \text{ m}$$

$$\sigma_{wh} = 0.06 + 0.06 \cdot h = 0.06 + 0.06 \cdot 0.4 = 0.084 \text{ m}$$

$$f_v = v^2 / (2 \cdot g) = 1.4^2 / (2 \cdot 9.81) = 0.1 \text{ m}$$



Rechnerisch beträgt die Abflusstiefe inklusive Freibord für den Dimensionierungsabfluss für das betrachtete Querprofil bei schiessendem Abfluss 0.7 m und bei strömendem Abfluss 0.6 m respektive 0.9 m, da im Kanton Zürich das minimale Freibord 0.5 m beträgt (Kanton Zürich, 2014). Das bestehende Profil ist damit unter Annahme des konservativen Falls bei strömendem Abfluss ungenügend, um diese Abflussmengen abzuführen (Abbildung 9).

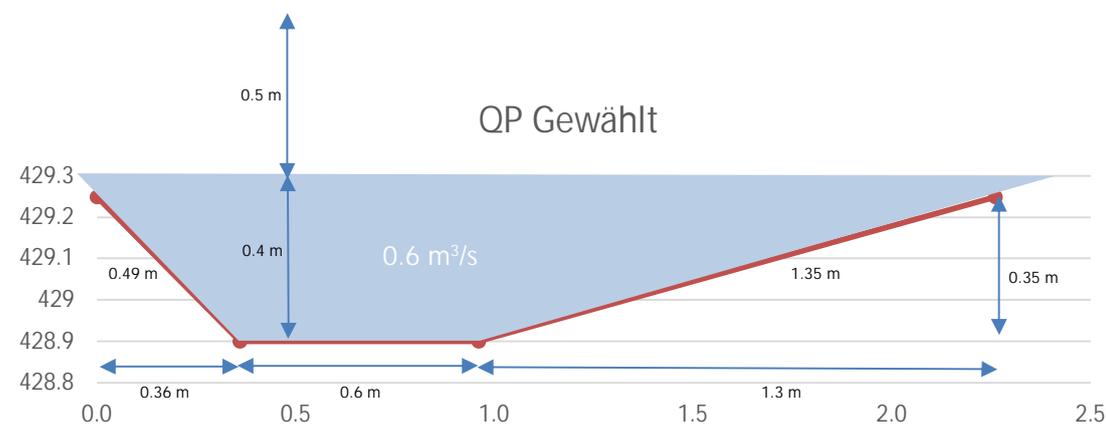


Abbildung 9: Massgebendes Querprofil für die Berechnung der Abflusskapazität (Begehung HBT, 2021)

4.2.4 Verklausungsgefahr

Beim offenen Bachabschnitt des Talgrabens handelt es sich um einen stark verkrauteten Gewässerabschnitt mit Büschen und Bäumen innerhalb des Abflussprofils. Ein eindimensionaler Rechen verhindert den Eintrag von Ästen in die Dole. Die Bäume im Abflussprofil sowie der Rechen können im Zusammenhang mit den stark bewachsenen Ufern zu Verklausung führen (Abbildung 10).



Abbildung 10: Rechen am Ende des offenen Bachabschnittes (links)
stark verkrautete Ufer und Bäume im Abflussprofil (rechts)

5 Raumbedarf

5.1 Vorgehen

Um den Hochwasserschutz zu gewährleisten wird auf Grundlage der GSchV Art. 41a der Gewässerraum (GWR) nach dem Vorgehen der Informationsplattform Gewässerraum ausgeschieden (Kanton Zürich, AWEL, 2021). Für die Ausscheidung des GWR wird nachfolgend der Raumbedarf für den Hochwasserschutz bestimmt. Die gewählten Abschnitte entsprechen denjenigen der obigen EZG-Berechnungen, die wiederum mit anderer Nummerierung denjenigen der Karte «Gewässer-Ökomorphologie» des GIS-ZH entsprechen (GIS Kanton Zürich, 2021).

5.2 Abschnitt 1

Im Abschnitt 1 unterquert der Talgraben die Winterthurerstrasse. Aufgrund der bestehenden bis zu rund 9.0 m unter der Oberfläche liegenden Leitungsführung, unterhalb der Winterthurerstrasse und oberhalb der Autobahn A4 wird davon ausgegangen, dass dieser Abschnitt aufgrund übergeordneter nationaler und kantonaler Interessen über kein Öffnungspotenzial verfügt. Der Raumbedarf berechnet sich demzufolge nach dem für den Hochwasserschutz erforderlichen Leitungsquerschnitt*1.25 + beidseitig 1.0 m Arbeitsraum. Die Randbedingungen für den benötigten Leitungsquerschnitt sind das HQ_{100} im Abschnitt 1 von $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$ bei einem minimalen Gefälle von 8.4 %. Aufgrund des Gefälles ist von schiessendem Abfluss auszugehen. Nach SIA 190:2017 Technische Dokumentation Hydraulik ist hierfür ein maximaler Teilfüllungsgrad von 55 % anzunehmen. Daraus ergibt sich ein erforderlicher Leitungsquerschnitt von 1100 mm bei einem Teilfüllungsgrad von 45.5 % und einer Fließgeschwindigkeit von 9.04 m/s. Die Froude-Zahl beträgt 4.54.

Der erforderliche Raumbedarf liegt demzufolge bei 3.4 m ($1.1 \text{ m} \cdot 1.25 + 2 \cdot 1 \text{ m}$).

5.3 Abschnitt 2

5.3.1 Natürliche Sohlenbreite

Im Abschnitt 2 handelt es sich um landwirtschaftlich genutzte Flächen. Der Talgraben fliesst teilweise oberirdisch. Es wird davon ausgegangen, dass das Fließgewässer in diesem Abschnitt in absehbarer Zeit ganz ausgedolt werden kann. Gemäss der Karte «Gewässer-Ökomorphologie» (GIS Kanton Zürich, 2021) beträgt die Breite der Gewässersohle 0.6 m, mit einer ausgeprägten Breiten- und Tiefenvariabilität. Dies bezieht sich jedoch auf den reduzierten Abfluss von $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ aufgrund des Trennbauwerks und des EZG im Abschnitt 2. Bei einer Offenlegung des ganzen Gewässers wird für die Ermittlung des Raumbedarfs von einer natürlichen Sohlenbreite von 2.0 m ausgegangen.

5.3.2 Raumbedarf Hochwasser

Für den Abschnitt 2 liegt bei einem HQ_{100} eine Abflussmenge von $4.2 \text{ m}^3/\text{s}$ vor. Aufgrund des steilen Gerinnes kommt es zu schiessendem Abfluss (Tabelle 6 links). Um die Abflusskapazität nicht zu überschätzen, wird gemäss Angaben AWEL, vergleichsweise auch mit einer Froude-Zahl von 0.9 gerechnet, was eine Fliesstiefe von 1.1 m ohne Freibord zur Folge hat (Tabelle 6 rechts).

Wir möchten darauf hinweisen, dass an dieser Stelle durch das vorliegende Gefälle in jedem Fall schiessender Abfluss auftreten wird. Um mit diesen Abflüssen umgehen zu können, werden beide Fälle, schiessender und strömender Abfluss, überprüft und der konservative Fall berücksichtigt.

Tabelle 6: Abflusstiefe und Fliessgeschwindigkeit bei einem HQ₁₀₀

Eingabefeld		Resultatfeld	
Gesucht: Geschwindigkeit & Abfluss			
Trapezprofil			
h	0.64 m	h	1.10 m
k _{st}	35 m ^{1/3} /s	k _{st}	35 m ^{1/3} /s
l	10.0%	l	1.1%
bu	0.6 m	bu	0.6 m
α	45°	α	45°
A	0.8 m ²	A	1.9 m ²
U	2.4 m	U	3.7 m
R	0.3 m	R	0.5 m
b	1.9 m	b	2.8 m
v _m	5.3 m/s	v _m	2.3 m/s
Q	4.2 m ³ /s	Q	4.3 m ³ /s
Fr	2.6	Fr	0.9 < 0.9

Folgendes Freibord nach KOHS (Kommission Hochwasserschutz, 2013) wird aufgrund der anfallenden Wassermengen bei schiessendem Abfluss benötigt:

$$f_e = \sqrt{(f_w^2 + f_v^2)} = \sqrt{(0.14^2 + 1.43^2)} = 1.4 \text{ m}$$

$$f_w = \sigma_w = \sqrt{(\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2)} = \sqrt{(0.1^2 + 0.1^2)} = 0.14 \text{ m}$$

$$\sigma_{wh} = 0.06 + 0.06 \cdot h = 0.06 + 0.06 \cdot 0.65 = 0.1 \text{ m}$$

$$f_v = v^2 / (2 \cdot g) = 5.3^2 / (2 \cdot 9.81) = 1.43 \text{ m}$$

Folgendes Freibord nach KOHS (Kommission Hochwasserschutz, 2013) wird aufgrund der anfallenden Wassermengen bei strömendem Abfluss benötigt:

$$f_e = \sqrt{(f_w^2 + f_v^2)} = \sqrt{(0.13^2 + 0.16^2)} = 0.2 \text{ m} (< 0.5 \text{ m} = \text{Vorgabe minimales Freibord Kanton Zürich})$$

$$f_w = \sigma_w = \sqrt{(\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2)} = \sqrt{(0.1^2 + 0.13^2)} = 0.16 \text{ m}$$

$$\sigma_{wh} = 0.06 + 0.06 \cdot h = 0.06 + 0.06 \cdot 1.1 = 0.13 \text{ m}$$

$$f_v = v^2 / (2 \cdot g) = 2.3^2 / (2 \cdot 9.81) = 0.27 \text{ m}$$

Rechnerisch beträgt die Abflusstiefe inklusive Freibord für den Dimensionierungsabfluss für das betrachtete Querprofil bei schiessendem Abfluss 2.0 m und bei strömendem Abfluss 1.3 m respektive 1.6 m, da im Kanton Zürich das minimale Freibord 0.5 m beträgt (Kanton Zürich, 2014). Das bestehende Profil ist damit unter Annahme des konservativen Falls bei schiessendem Abfluss ungenügend.

Bei einer natürlichen Sohlenbreite von 2.0 m und einem Ufergefälle von 45° ergibt dies ein Raumbedarf von 6.0 m (Abbildung 11).

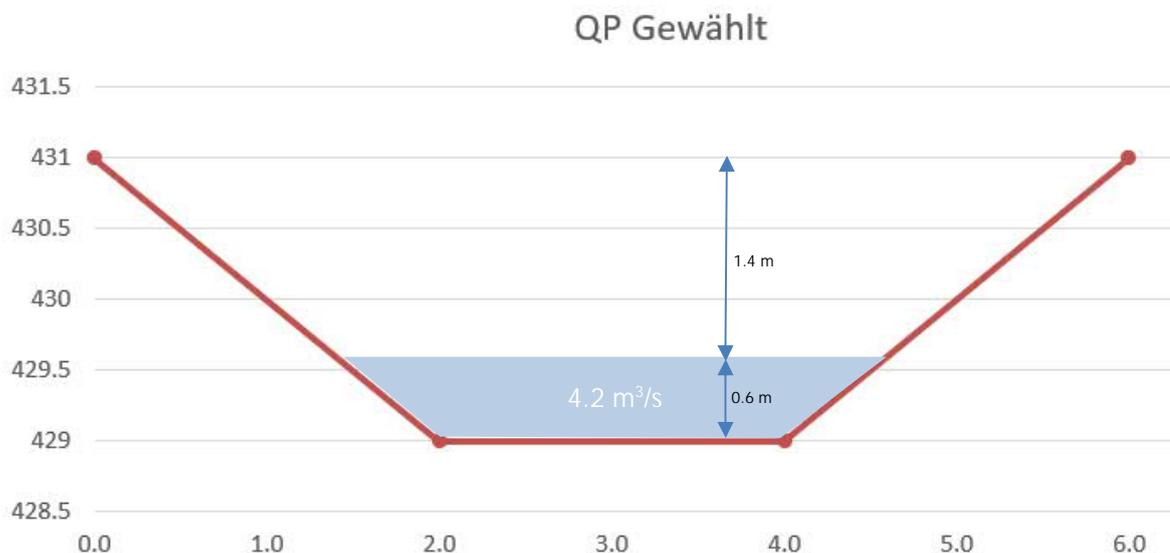


Abbildung 11: Raumbedarf im Abschnitt 2 bei einem HQ_{100}

5.4 Abschnitt 3

Im Abschnitt 3 unterquert der Talgraben die Wohn- und Kernzone von Flurlingen. Aufgrund des dicht bebauten Gebiets wird davon ausgegangen, dass dieser Abschnitt in absehbarer Zeit nicht ausgedolt werden kann. Der Raumbedarf berechnet sich demzufolge nach dem Leitungsquerschnitt $\cdot 1.25 +$ beidseitig 1.0 m. Die Randbedingungen für den benötigten Leitungsquerschnitt ist das HQ_{100} mit $4.7 \text{ m}^3/\text{s}$ resultierend aus allen Abschnitten bei einem minimalen Gefälle von 2.5 %. Aufgrund des Gefälles ist von schiessendem Abfluss auszugehen. Nach SIA 190:2017 Technische Dokumentation Hydraulik ist hierfür ein maximaler Teilfüllungsgrad von 55 % anzunehmen. Daraus ergibt sich ein erforderlicher Leitungsquerschnitt von 1300 mm bei einem Teilfüllungsgrad von 53.9 % und einer Fließgeschwindigkeit von 5.7 m/s. Die Freude-Zahl beträgt 2.47, es handelt sich um schiessende Abflussverhältnisse.

Der erforderliche Raumbedarf liegt demzufolge bei 3.6 m ($1.1 \text{ m} \cdot 1.25 + 2 \cdot 1 \text{ m}$).



6 Schlussbetrachtung

6.1 Resultate

6.1.1 Hochwasserabfluss

Aufsummiert ergeben sich für die Abschnitte 1 bis 3 folgende Hochwasserabflussmengen (Tabelle 7):

Tabelle 7: Übersicht über die Hochwasserabflussmengen pro Abschnitt

Abschnitt	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]
1	2.8	4.0	5.1
2	2.9	4.2	5.4
3	3.3	4.7	6.0

6.1.2 Offener Bachabschnitt

Der Offene Bachabschnitt weist folgende Defizite auf:

- Einseitig fehlendes Freibord von bis zu 0.6 m
- Eindimensionaler Rechen und stark verwachsener Abflussquerschnitt führt zu Verklausungsgefahr.

6.1.3 Erforderlicher Raumbedarf für die Ermittlung der Gewässerräume

Der erforderliche Raumbedarf gestaltet sich wie folgt:

Tabelle 8: Erforderlicher Raumbedarf

Abschnitt	Situation	Benötigte Abfluss-Breite [m]	Erforderlicher Raumbedarf [m]
1	Dole	1.1	3.1
2	Offener Bach	6.0	6.0
3	Dole	1.3	3.6



6.2 Empfehlung

Um die bestehenden Defizite im offenen Bachabschnitt zu beheben werden folgende Massnahmen vorgeschlagen:

- Das Abflussprofilhöhe soll beidseitig auf mindestens 0.9 m erhöht werden, um bei einem HQ_{100} ein unkontrolliertes Ausleiten in die untenliegenden Quartiere zu verhindern. Um den Abfluss aus den umliegenden Wiesen in den Talgraben zu gewährleisten und gleichzeitig die Oberflächenabflusssituation in der Höhenstrasse zu entschärfen können die bestehenden Drainageleitungen in der Wiese erweitert werden und/oder eine Wasserrinne entlang der Strasse montiert werden. Alternativ kann der Abfluss im Trennbauwerk durch eine Verkleinerung des Rohrquerschnitts auf einen hochwassersicheren Abfluss im offenen Bachabschnitt reduziert werden.
- Der eindimensionale Rechen kann durch einen mehrdimensionalen Rechen ersetzt werden, dies stellt bei Geschwemmselanfall den Abfluss in die Dole sicher. Der neue Rechen soll aufgrund des Personenschutzes wie bisher direkt an dem Doleneinlauf fixiert werden und einen Abstand zur Sohle von mindestens der Mittelwasserhöhe aufweisen.
- Das für ein HQ_{100} benötigte Abflussprofil soll im Zusammenhang mit periodischen Unterhaltsarbeiten sichergestellt werden.
- Alternativ zu den oben genannten Massnahmen kann der Talgraben über den ganzen Abschnitt 2 offengelegt werden.
- Die beiden eingedolten Abschnitte 1 und 3 weisen gemäss den Berechnungen im Kapitel 5 zu geringe Abflusskapazitäten für ein HQ_{100} auf. Der Oberflächenabfluss gelangt zurzeit allerdings nicht oder verzögert in die Eindolung (Versickerung oder Aufstau), so dass kein dringender Handlungsbedarf besteht. Wir allerdings die Wassermenge des Oberflächenabflusses in die Leitung eingeleitet, so ist die Kapazität ungenügend. Die genauen Dimensionierungsabflüsse sind bei weiteren Projekten zu definieren.

Winterthur, 13. Dezember 2021
mur, lue, ra

HUNZIKER **BETATECH**

Hunziker Betatech AG
Pflanzschulstrasse 17
8400 Winterthur



Literaturverzeichnis

- Bundesamt für Wasser und Geologie. (2003). *Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten*. Bern.
- Gemeinde Flurlingen. (1981). *Sanierung Dorfbauch, Allgemeines Bauprojekt*.
- Gemeinde Flurlingen. (2005). *Generelle Entwässerungsplanung*. Flurlingen.
- Gemeinde Flurlingen. (12. November 2021). Gemeindegkataster.
- GeoFlow 1.5.9. (Oktober 2021). *GeoFlow 1.5.9.* Von <https://hunz.geoflow.ch/?session=STdTSDdFQ3Y2ZFdONINSblozWGNFOW5zZ3BJV3M2eEc1RzdaMFduRml3PT0> abgerufen
- GIS Kanton Zürich. (2021). *GIS-Browser*. Von <http://maps.zh.ch/> abgerufen
- Hunziker-Betatech AG. (04. November 2021). Begehung. Flurlingen.
- Kanton Zürich. (15. Oktober 2014). *Freibord im Kanton Zürich*. Von https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/planen-bauen/wasserbau/wasserbauprojekte/kommunale-wasserbauprojekte/freibord_im_kanton_zuerich.pdf abgerufen
- Kanton Zürich, AWEL. (Dezember 2021). *Informationsplattform Gewässerraum*. Von <https://www.gewaesserraum.ch/> abgerufen
- Kommission Hochwasserschutz. (2013). *Freibordberechnung bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen*.
- Schweizer Eidgenossenschaft. (November 2021). *map.geo.admin*. Von https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltstellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen,ch.baf abgerufen



Anhang 1: EZG Abschnitte 1 bis 3

Hydrologie: Abschnitt_1

Berechnet von: Hunziker Betatech AG

03.12.2021

Informationen mit Übersichtsplan

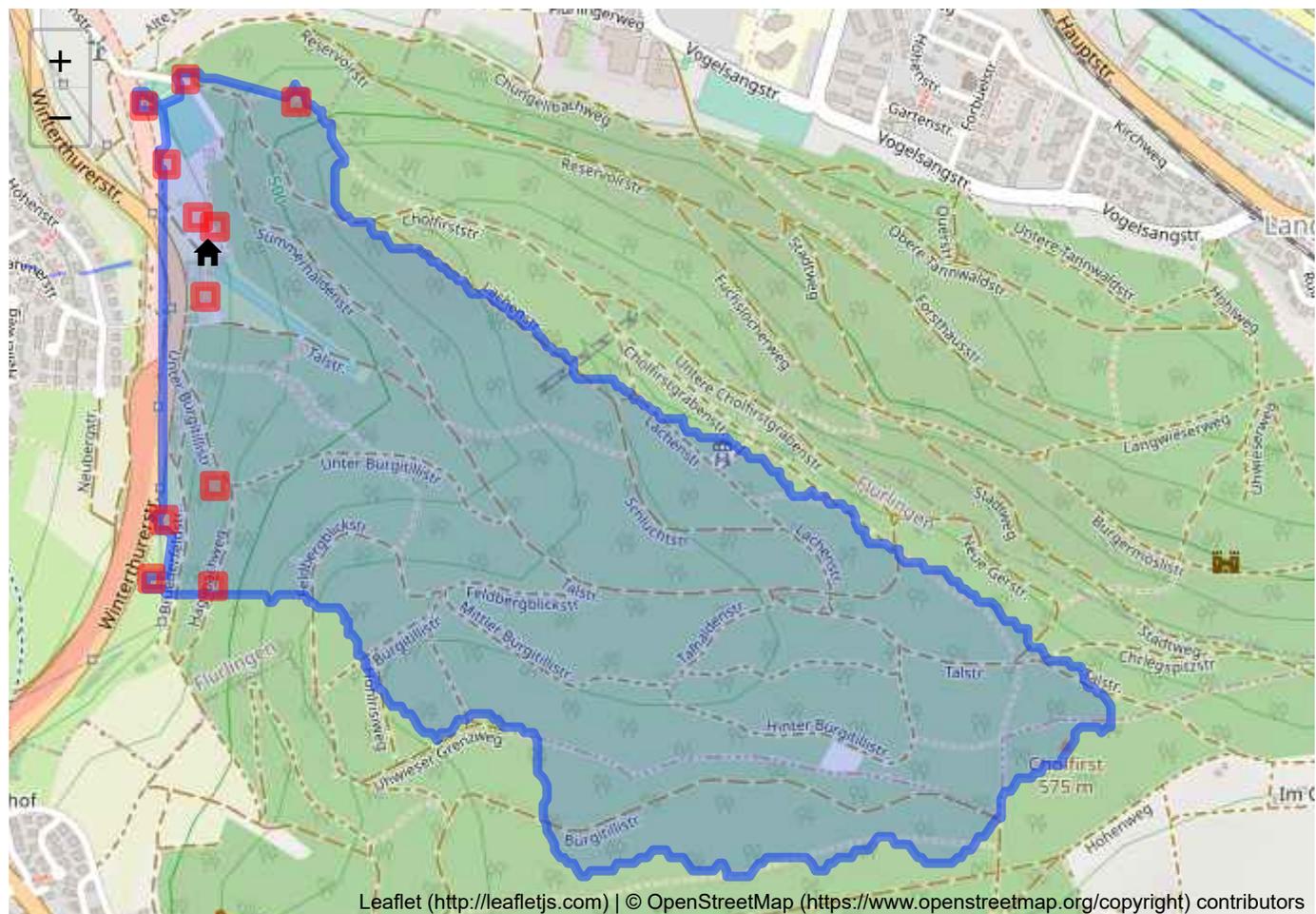
Beschreibung	Wert	Koordinate X	Koordinate Y	Einzugsgebiet
Einzugsgebiet (km²)	0.94	2689835	1282110	35m x 35m
Steigung Durchschnitt (%)	12.74			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	104.39			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	110.12			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	111.73			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	119.01			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	100.11			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	114.49			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	129.14			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	114.69			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	81.18			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	96.13			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	63.17			
Höhe Durchschnitt (m.ü.M)	540.50			

'Steigung Durchschnitt': für jeden Geo-Punkt im Raster wird der Durchschnitt aller 9 angrenzenden Steigungen berechnet

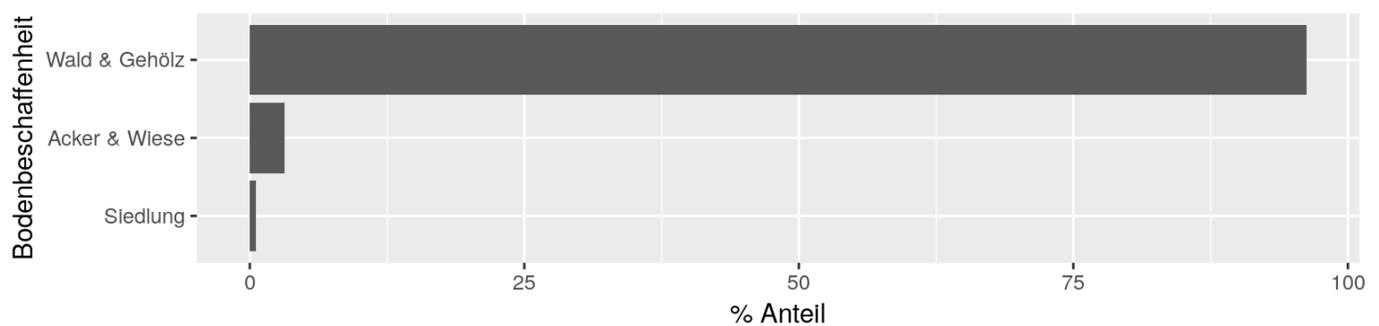
Abflussberechnungen

Formel	Parameter	Abfluss m ³ /s (Q)	Abfluss m ³ /s*km ² (q)
Kuersteiner	C= 5	4.80080	5.10270
Müllerzeller	alpha=43, phi=0.15	6.19310	6.58240
Durchschnitt	Mittelwert	5.49695	5.84255

Übersichtsplan Einzugsgebiet



Anteile der Bodenbeläge



Werte der Bodenbeschaffenheit

Boden	Boden %	Steigung %	Mittlere Höhe (m)	Fläche (km ²)
Siedlung	0.55	17.10	471.05	0.005
Wald & Gehölz	96.26	11.73	545.80	0.906
Acker & Wiese	3.19	11.64	463.58	0.030

Hydrologie: Abschnitt_2

Berechnet von: Hunziker Betatech AG

03.12.2021

Informationen mit Übersichtsplan

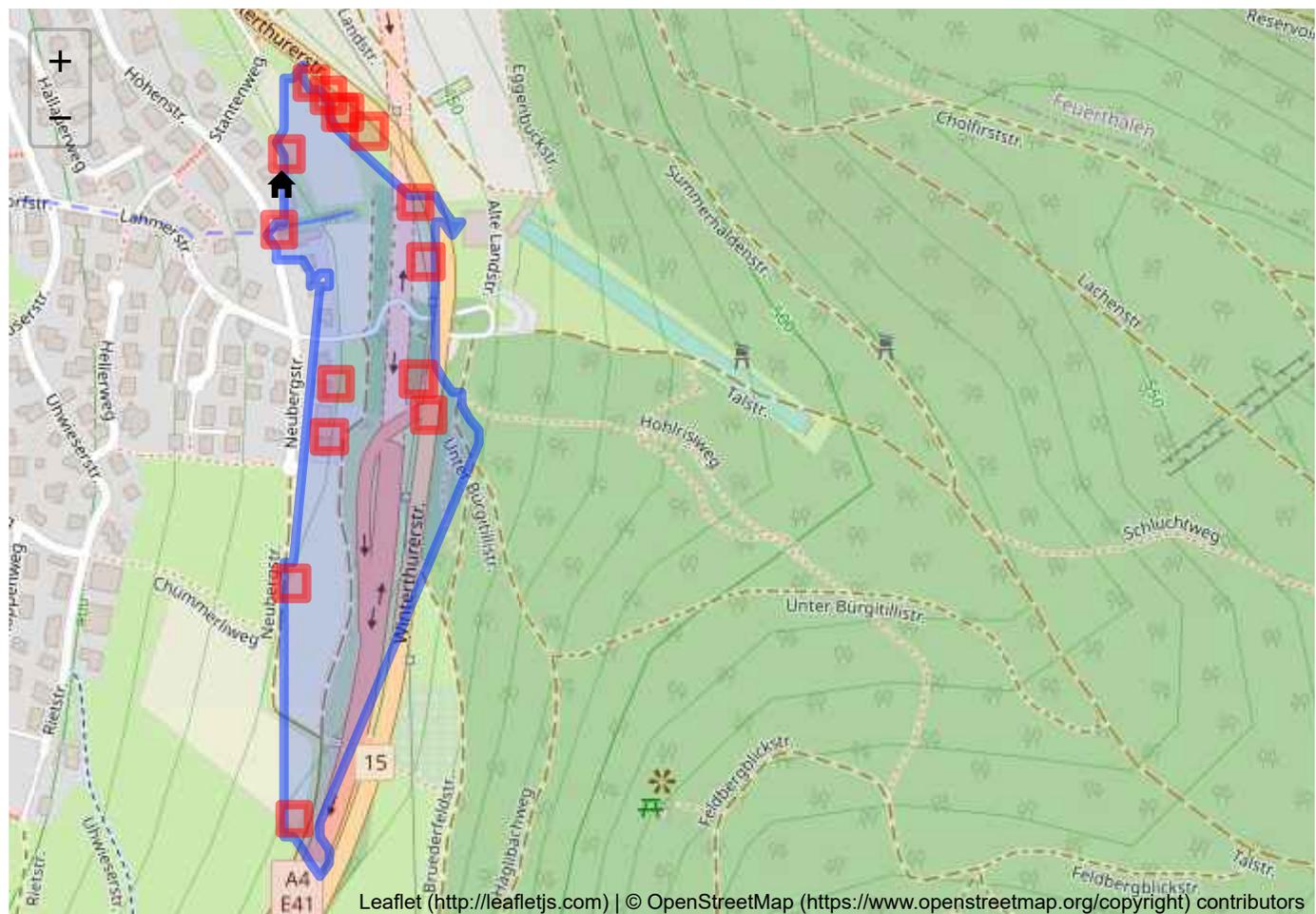
Beschreibung	Wert	Koordinate X	Koordinate Y	Einzugsgebiet
Einzugsgebiet (km²)	0.01	2689645	1282150	25m x 25m
Steigung Durchschnitt (%)	10.93			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	39.64			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	34.98			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	27.72			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	13.58			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	19.34			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	14.73			
Höhe Durchschnitt (m.ü.M)	444.04			

'Steigung Durchschnitt': für jeden Geo-Punkt im Raster wird der Durchschnitt aller 9 angrenzenden Steigungen berechnet

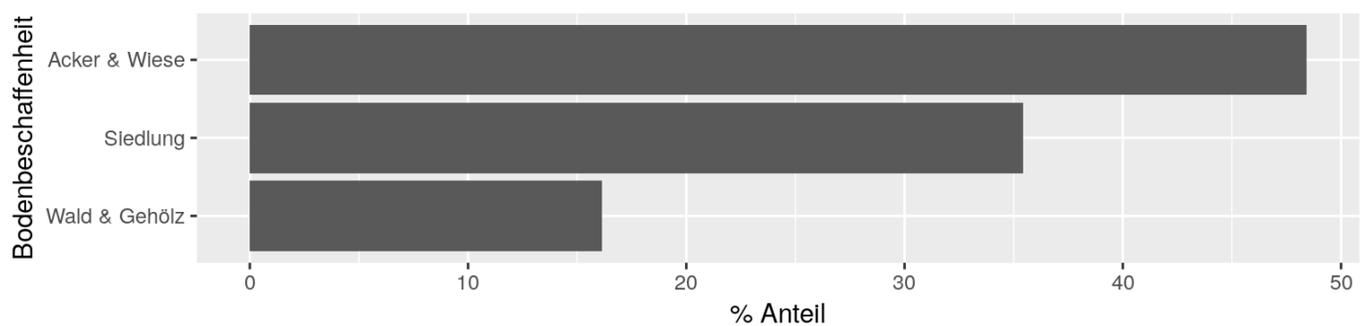
Abflussberechnungen

Formel	Parameter	Abfluss m ³ /s (Q)	Abfluss m ³ /s*km ² (q)
Kuersteiner	C= 5	0.2375	22.9433
Müllerzeller	alpha=43, phi=0.15	0.3063	29.5969
Durchschnitt	Mittelwert	0.2719	26.2701

Übersichtsplan Einzugsgebiet



Anteile der Bodenbeläge



Werte der Bodenbeschaffenheit

Boden	Boden %	Steigung %	Mittlere Höhe (m)	Fläche (km ²)
Acker & Wiese	48.43	11.06	439.39	0.005
Siedlung	35.42	11.02	445.83	0.004
Wald & Gehölz	16.14	7.75	454.22	0.002

Hydrologie: Abschnitt_3

Berechnet von: Hunziker Betatech AG

03.12.2021

Informationen mit Übersichtsplan

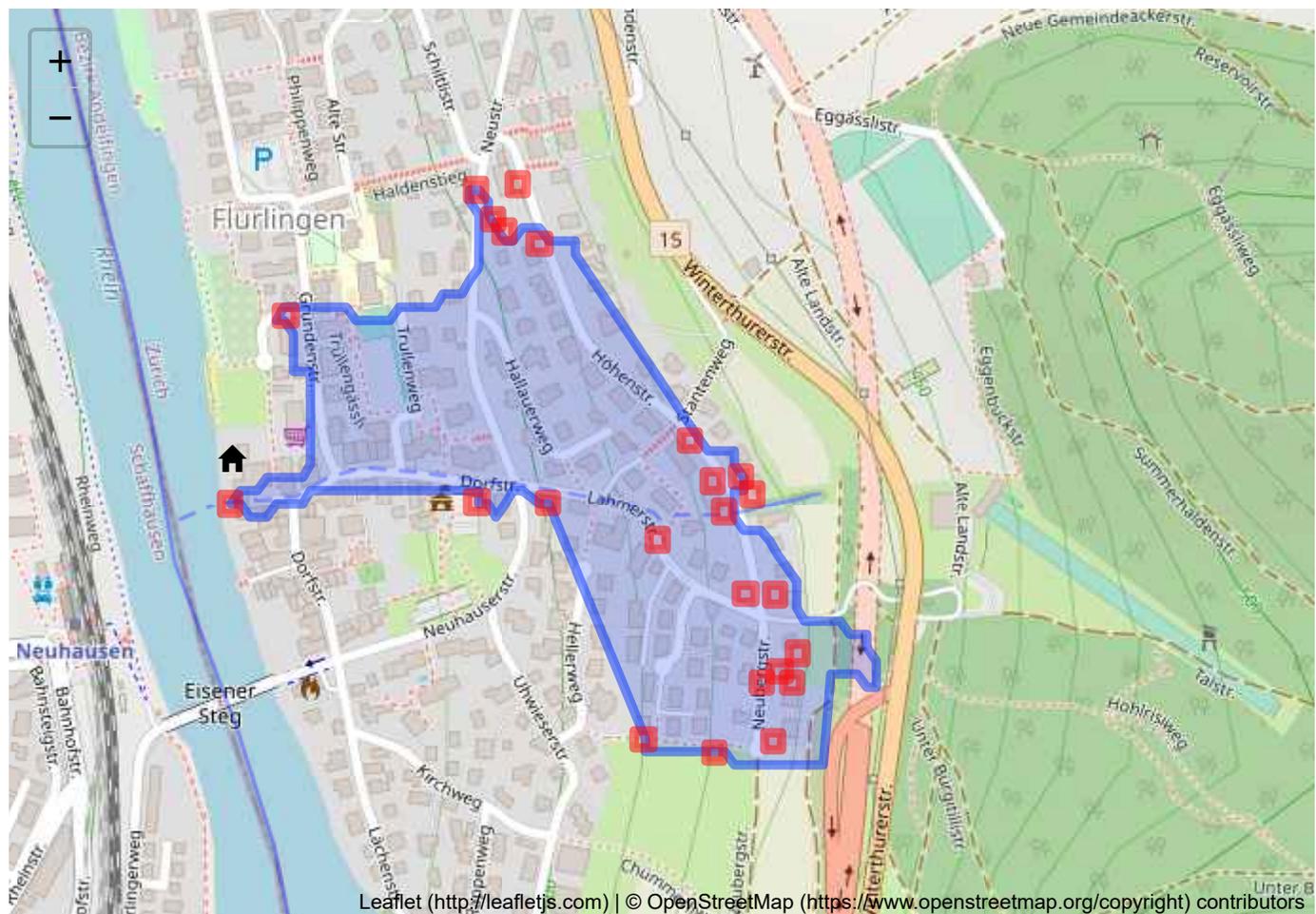
Beschreibung	Wert	Koordinate X	Koordinate Y	Einzugsgebiet
Einzugsgebiet (km²)	0.03	2689205	1282150	15m x 15m
Steigung Durchschnitt (%)	11.14			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	67.63			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	64.59			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	53.91			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	23.72			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	47.54			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	27.75			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	34.34			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	25.92			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	26.31			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	18.97			
Höhendifferenz Ursprung - höchster Punkt (m)	25.91			
Höhe Durchschnitt (m.ü.M)	416.05			

'Steigung Durchschnitt': für jeden Geo-Punkt im Raster wird der Durchschnitt aller 9 angrenzenden Steigungen berechnet

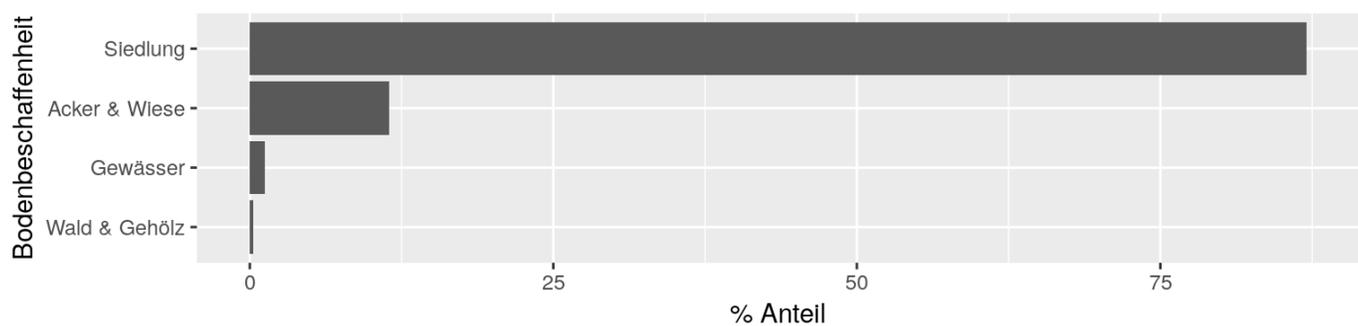
Abflussberechnungen

Formel	Parameter	Abfluss m ³ /s (Q)	Abfluss m ³ /s*km ² (q)
Kuersteiner	C= 5	0.4819	16.1049
Müllerzeller	alpha=43, phi=0.15	0.6217	20.7753
Durchschnitt	Mittelwert	0.5518	18.4401

Übersichtsplan Einzugsgebiet



Anteile der Bodenbeläge



Werte der Bodenbeschaffenheit

Boden	Boden %	Steigung %	Mittlere Höhe (m)	Fläche (km ²)
Siedlung	87.06	10.66	415.14	0.026
Acker & Wiese	11.44	8.85	422.75	0.003
Gewässer	1.25	3.70	386.68	0.000
Wald & Gehölz	0.25	1.48	452.95	0.000