

Wasserbaubewilligung  
Beilage

Gemeinden	Bern	Datum Dossier	05.08.2022
Erfüllungspflichtiger	Tiefbauamt Stadt Bern	Revidiert	
Gewässernummer	1422	Projekt-Nr.	6.328
Gewässer	Stadtbach	Plandatum	05.08.2022
Plan-Nr.	33.201	Format	A4

# Bachsanierung Stadtbach, Buchdruckerweg Auflageprojekt

Unterlage **Technischer Bericht**

Projektverfassende



**KISSLING + ZBINDEN AG**  
INGENIEURE PLANER USIC

BRUNNHOFWEG 37 | 3000 BERN 14  
TEL. 031 370 11 70 | FAX 031 370 11 71

Wasserbaubewilligung:

# IMPRESSUM

**Auftraggeber**

Tiefbauamt Stadt Bern

**Projekt**

6.328 Sanierung Stadtbach Buchdruckerweg

**Berichtsnummer**

33.201

**Erstellungsdatum**

17.02.2022

**Pfad- und Dateiname**

J:\06 Wasserbau\6.328\_Stadtbach Buchdruckerweg, Bachsanierung, Bern\10  
Berichte\6.328\_33.201\_TB Sanierung Stadtbach Buchdruckerweg\_2022-08-05.docx

**Fassung vom**

05.08.2022

**Bearbeitung**

Diego Dietewich, Markus Knellwolf

**Q-Prüfung**

Datum	05.08.2022
Unterschrift	

**Verteiler**

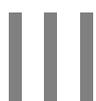
- Tiefbauamt Stadt Bern
- Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis II
- Städtische Fachstellen und kantonale Fachstellen

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Anlass und Auftrag</b>	<b>1</b>
1.1	Anlass, Auftrag und Projektziele	1
1.2	Projektperimeter	2
1.3	Partizipation	2
<b>2</b>	<b>Ausgangssituation</b>	<b>3</b>
2.1	Charakteristik Einzugsgebiet	3
2.2	Ökomorphologie, Gewässerraum	4
2.3	Bestehende Gefahrensituation	5
2.3.1	Gefahrenkarte	5
2.3.2	Hochwassermengen	6
2.3.3	Vergangene Ereignisse	6
2.4	Gewässerschutz / Grundwasser	6
2.5	Eigentumsverhältnisse	7
<b>3</b>	<b>Projektannahmen</b>	<b>8</b>
3.1	Schutzziel	8
3.2	Hydraulik	8
3.2.1	Abflusskapazität Ist-Zustand	8
3.2.2	Drosselabfluss	9
3.2.3	Dimensionierungsgrösse	9
<b>4</b>	<b>Massnahmenplanung</b>	<b>10</b>
4.1	Variantenstudien und Entscheide	10
4.2	Miteinbezug der Grundeigentümer	10
4.3	Bauliche Massnahmen	11
4.3.1	Ufersicherungen	11
4.3.2	Aufweitung	12
4.3.3	Treppenzugänge	12
4.3.4	Sohlenabdichtung	13
4.3.5	Werkleitungen	13
4.4	Bautechnische Herausforderungen	13
4.4.1	Wasserhaltung	13
4.4.2	Enge Platzverhältnisse und Baustellenerschliessung	14
4.5	Ökologische Massnahmen ausserhalb Gerinne	14
4.5.1	Rekultivierung Uferböschungen	14
4.5.2	Baumschutz	14
4.5.3	Neophyten	15
4.6	Auswirkung der Massnahmen	15
<b>5</b>	<b>Kosten</b>	<b>16</b>
5.1	Bau- und Planungskosten	16
5.2	Finanzierung	16
5.3	Kostenwirksamkeit	16



<b>6</b>	<b>Unterhalt</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Grundlagenverzeichnis</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>20</b>



# 1 ANLASS UND AUFTRAG

## 1.1 Anlass, Auftrag und Projektziele

In Bümpliz fliesst der Stadtbach im Abschnitt zwischen der Brünenstrasse und dem Buchdruckerweg in einem rund 2 m breiten, begradigten Betonkanal. Die bestehenden Sockel- und Ufermauern sind teilweise sehr stark beschädigt und weisen einen hohen Sanierungsbedarf auf.



Abbildung 1: Einsturzgefährdete Ufermauer im Projektperimeter, Aufnahme: Juni 2020, K+Z AG

Im Auftrag vom Tiefbauamt der Stadt Bern (TAB) wurden im Sommer 2014 in einer Konzeptstudie verschiedene Varianten zur Sanierung und Instandstellung des Bachabschnitts geprüft. Im Anschluss (2015 / 2019) wurde die ökologische und landschaftsarchitektonische Bestvariante mit beidseitig naturnahen Ufern weiterverfolgt und aus ökologischer Sicht zusätzlich optimiert [1]. Im Juni 2021 wurde die Kissling + Zbinden AG durch das Tiefbauamt Stadt Bern mit der Projektierung des Bauprojekts bis und mit Projektabschluss (SIA-Phasen 32 - 53) beauftragt.

Grundsätzlich werden heute bei kanalisiertem Bächen und Fliessgewässern Ausdolungen, Renaturierungen und freie Bachzugänge angestrebt. Das entspricht der aktuellen Gesetzgebung und ist im Entwicklungskonzept Fliessgewässer der Stadt Bern auch für den Stadtbach so vorgesehen. Im hier geprüften Bachabschnitt sind die Platzverhältnisse jedoch sehr eng und die Möglichkeiten begrenzt. Die Interessen der Grundeigentümer sind zudem in die Projektierung mit einzubeziehen. Es gilt daher eine möglichst attraktive und gute Lösung für alle zu finden.

## 1.2 Projektperimeter

In Abbildung 2 ist der Projektperimeter in rot dargestellt. Er umfasst das Gerinne des Stadtbachs und die beidseitigen Uferbereiche.



Abbildung 2: Projektperimeter (rot)

## 1.3 Partizipation

Tabelle 1: Akteuranalyse Partizipation

	relevant für Projekt			Einbindung über			
	ja	bedingt	nein	Begleitgruppe	direkte Gespräche	Mitwirkung	Vernehmlassung/ Vorprüfung
<b>Akteursgruppe</b>							
Anwohner	x				x		
Grundeigentümer	x				x		
Fischereiinspektorat	x				x		x
Kantonale und städtische Fachstellen	x				x		x

## 2 AUSGANGSSITUATION

### 2.1 Charakteristik Einzugsgebiet

Der Stadtbach entspringt in der Gemeinde Neuenegg im Bereich des Weilers Landstuhl. Von da fliesst er zunächst ostwärts und dann nordostwärts der Autobahn A12 entlang durch die Gemeinde Köniz bis nach Bümpliz. Vom südlichen Bümpliz verläuft er weiter nordostwärts bis zum Weyermannshaus. Von wo er die Stadt ostwärts durchquert und letztlich im Bereich der Nydeggbrücke in die Aare mündet.



Abbildung 3: Gelb: Bachverlauf Stadtbach, blau gestrichelt: eingedolte Fließstrecken, blau: offene Fließstrecken, rot: Projektstandort (inkl. Zoom), Quelle: Geoportal Kanton Bern

Der Stadtbach ist ein Siedlungsbach von regionaler Bedeutung, der vorwiegend durch Wohn- und Arbeitszonen sowie Zonen öffentlicher Nutzung fliesst. Seine Fließstrecke in der Stadt Bern beträgt 8 km. Davon fliesst der oberste stadtbernische Abschnitt des Baches in einem vor einigen Jahren renaturierten Gerinne. Die restlichen Strecken sind weitgehend eingedolt und hart, mit Ufermauern verbaut. So auch im Projektperimeter (Abbildung 3, Zoom). Zugänge zum Wasser bestehen heute im Projektperimeter keine.

Der Siegfriedkarte (Erstellung 1880 - 1949) in Abbildung 4 kann entnommen werden, dass es an der Linienführung des Stadtbaches im und um den Projektperimeter in den letzten Jahrzehnten zu keinen wesentlichen Veränderungen kam. Es ist davon auszugehen, dass der Bach bereits zur Zeit der Erstellung der Siegfriedkarte teilweise kanalisiert und korrigiert war.



Abbildung 4: Siegfriedkarte (1880 - 1949), rot und rot gestrichelt: heutiges Strassennetz, grün gestrichelt: Projektperimeter

## 2.2 Ökomorphologie, Gewässerraum

Der Stadtbach fliesst heute nur auf sehr wenigen, kurzen Abschnitten seiner gesamten Fliessstrecke in einem wenig beeinträchtigten oder natürlichen Bachbett (Natürlichkeitsgrad). Die Kartierung des ökomorphologischen Zustandes zeigt vorwiegend stark beeinträchtigte, künstliche oder eingedolte Strecken. Der Abschnitt im Projektperimeter macht da keine Ausnahme. Auch er ist von tiefer ökomorphologischer Qualität (Abbildung 5).



Abbildung 5: Ökomorphologischer Zustand des Stadtbaches, rot: künstlich / naturfremd, violett: eingedolt, grün gestrichelt: Projektperimeter, Quelle: Geoportal Kanton Bern, Zugriff 2022

Das Stadtplanungsamt der Stadt Bern hat im Jahr 2019 die Gewässerraumlinien für die Fliessgewässer der Stadt Bern, also u.a. auch für den Stadtbach am Buchdruckerweg, zonenplanverbindlich ausgeschieden [5]. In der Folge wurde die Gewässerraumplanung mit der Annahme der Teilrevision der Bauordnung der Stadt Bern am 26.09.2021 von der Stadtberner Stimmbevölkerung gutgeheissen. Aktuell noch ausstehend ist die abschliessende Genehmigung durch das Amt für Gemeinden und Raumordnung (AGR) des Kantons.

Im Projektperimeter wurde der Gewässerraum im Rahmen der oben genannten Planung auf eine Breite von  $B = 8.30$  m rechtsverbindlich festgelegt. Der Gewässerraum wurde symmetrisch ausgeschieden, das heisst zu gleichen Teilen/ Breiten auf das rechte und linke Vorland aufgeteilt (Abbildung 6).



Abbildung 6: Ausschnitt Gewässerraumplan Stadt Bern, Detailplan Nr. 4 [5]

## 2.3 Bestehende Gefahrensituation

### 2.3.1 Gefahrenkarte

Gemäss der revidierten Gefahrenkarte der Stadt Bern [6] besteht im Projektperimeter grösstenteils eine mittlere Gefährdung durch Überflutung vom Stadtbach (blau, Ü3). Die relevanten Szenarien für den Projektabschnitt sind Vollverklausungen oberhalb liegender Durchlässe. Das infolge Verklauung austretende Wasser fliesst bei Eintreten eines solchen Szenarios ausserhalb vom Bachgerinne in Richtung Projektperimeter. Die Flächenausdehnung der dann eintretenden Überflutung im Quartier wurde im Rahmen der Erarbeitung der Gefahrenkarte mit einer numerischen 2D-Modellierung bestimmt. Es lässt sich also festhalten, dass die in der Gefahrenkarte für den Projektperimeter abgebildete Gefährdung nicht auf eine ungenügende Abflusskapazität des Gerinnes im Projektperimeter selbst, sondern auf verklauungsgefährdete Durchlässe flussaufwärts (ausserhalb des bearbeiteten Projektperimeters) zurückzuführen ist.

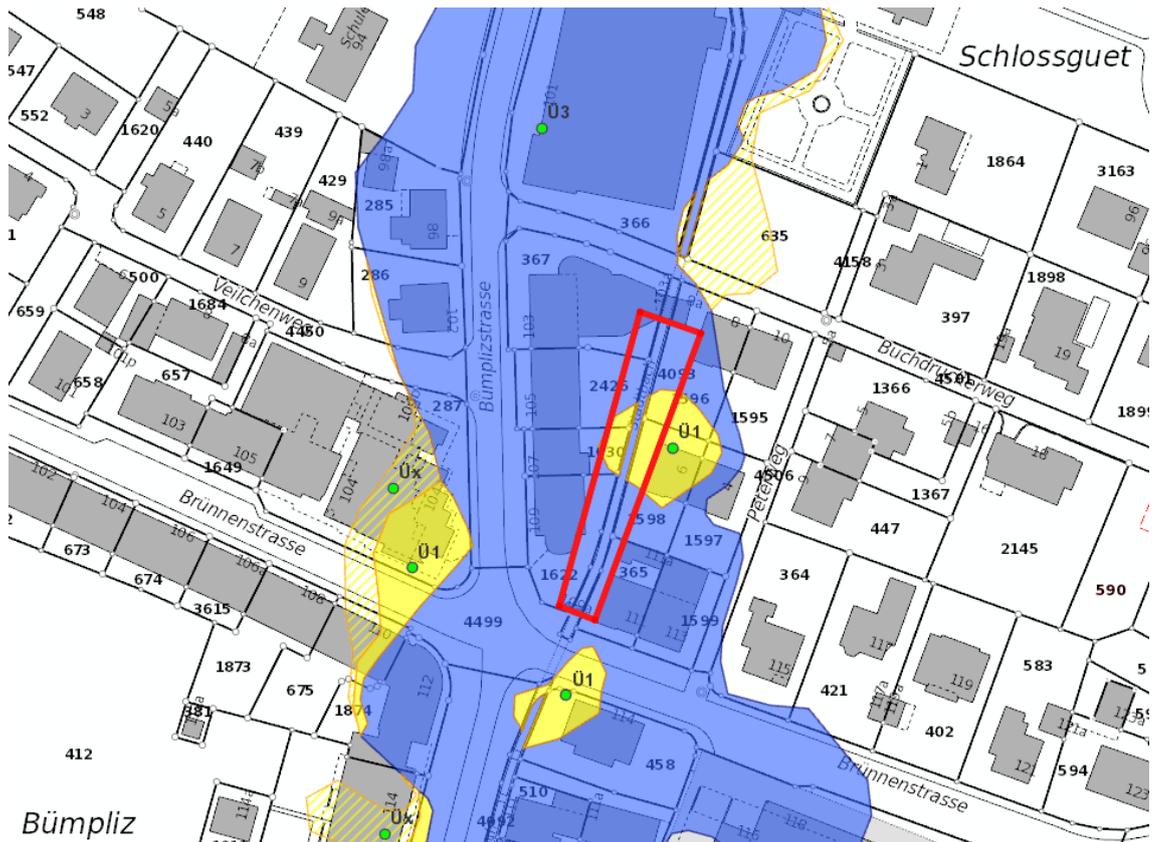


Abbildung 7: Ausschnitt synoptische Gefahrenkarte mit Projektperimeter (rot = Projektperimeter) [6]

### 2.3.2 Hochwassermengen

Durch das flussaufwärts des Projektperimeters liegende Entlastungsbauwerk Kleefeld ist der Abfluss, auch im Hochwasserfall, im Projektperimeter permanent reguliert. Gemäss der Gefahrenkarte Bern sind im Projektperimeter Hochwasserabflüsse von 2.0 m<sup>3</sup>/s für alle Jährlichkeiten (HQ<sub>30</sub> – EHQ) zu erwarten.

### 2.3.3 Vergangene Ereignisse

Im Ereigniskataster der Naturgefahren sind keine Ereignisse dokumentiert.

## 2.4 Gewässerschutz / Grundwasser

Der Projektperimeter liegt im Gewässerschutzbereich Au. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt rund 5 – 10 m unter der Bachsohle.

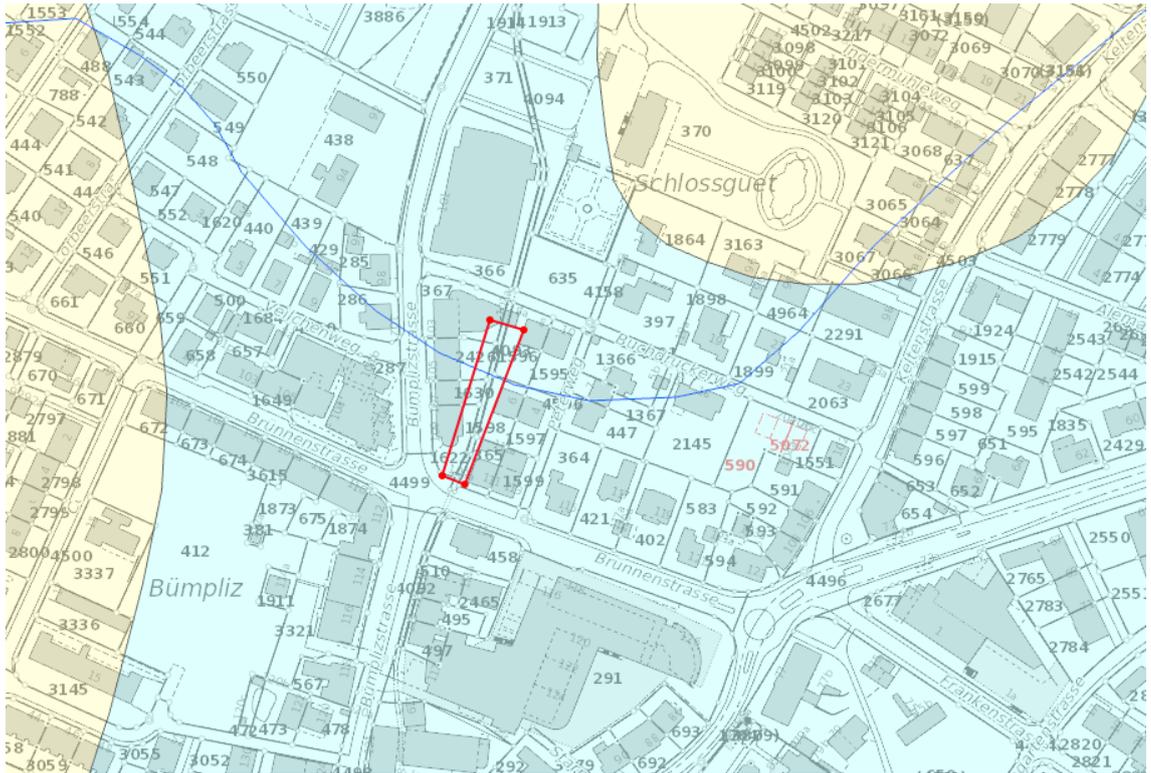


Abbildung 8: Grundwasserkarte, Quelle: Geoportal Kanton Bern, Zugriff 2022

## 2.5 Eigentumsverhältnisse

Im Projektperimeter ist der Stadtbach beidseitig durch Mauern verbaut. Dabei besteht hinter der Sohlenbegrenzenden Sockelmauer teilweise eine zweite dahinter anschließende Garten- bzw. Ufermauer. Die Sockelmauer ist Teil des Stadtbaches und liegt auf der Bachparzelle. Die Stadt ist deren Eigentümerin und trägt somit die Sanierungspflicht. Die daran anschließenden Garten- bzw. Ufermauern hingegen sind in Privatbesitz [4].

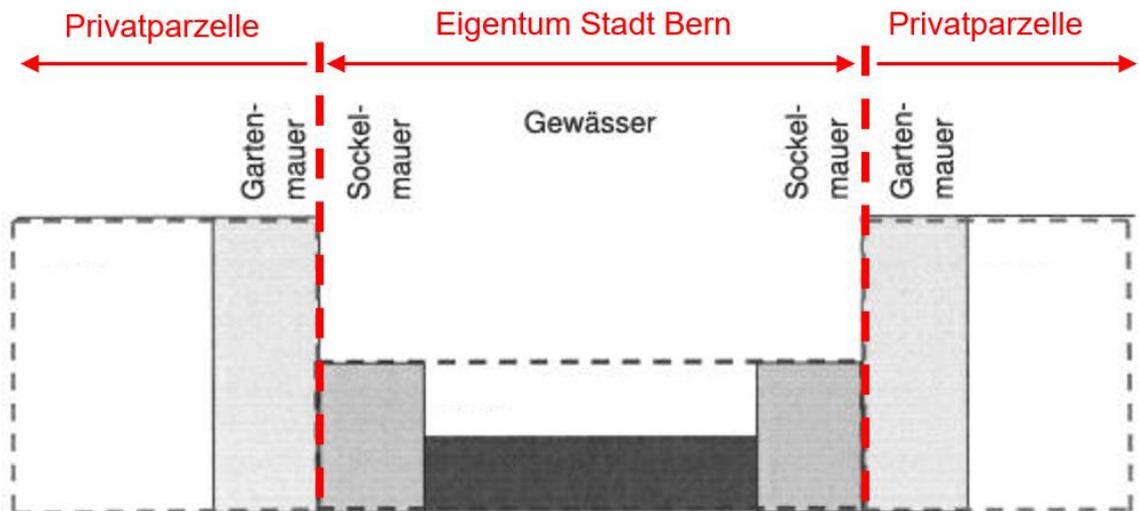


Abbildung 9: Schema der Besitzverhältnisse [4]

# 3 PROJEKTANNAHMEN

## 3.1 Schutzziel

Die gewählten Schutzziele orientieren sich an der «Risikostrategie Naturgefahren» [7].

Für «Bauzonen, geschlossene Kleinsiedlungen und ständig bewohnte Einzelbauten» sowie «Gewerbe- und Industriebauten» (Objektkategorie 1) sind bei «schwachen» Intensitäten ( $h < 0.5 \text{ m}$  und  $v \times h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ ) Massnahmen zu prüfen.

### Legende

	Schutz- oder Vorsorgemassnahmen nötig
	Schutz- oder Vorsorgemassnahmen überprüfen (Risikoanalyse)
	Toleriert, im Allgemeinen keine Massnahmen nötig



Abbildung 10: Schutzzielmatrix Objektkategorie 1 aus [7]. Rot eingerahmt der massgebliche Bereich im vorliegenden Projekt.

Neben der Sicherstellung der festgelegten Abflusskapazität (Ausbauwassermenge mit Freibord und Beibehaltung der bestehenden, bordvollen Abflusskapazität) erweist sich das Ergreifen weitergehender Massnahmen (z.B. Objektschutz) im Rahmen des vorliegenden Projekts als nicht verhältnismässig. Diese Schlussfolgerung ergibt sich aus den Erkenntnissen der Gefahrenkarte (vgl. Kapitel 2.3.1), der bestehenden Abflussregulierung (vgl. Kapitel 2.3.2), den bestehenden Abflusskapazitäten (vgl. Kapitel 3.2.1) im Projektperimeter und der gemeinsam mit dem Tiefbauamt der Stadt Bern und dem Oberingenieurkreis II festgelegten Ausbauwassermenge (vgl. Kapitel 3.2.3).

## 3.2 Hydraulik

### 3.2.1 Abflusskapazität Ist-Zustand

Die Tabelle 2 zeigt die aktuellen Abflusskapazitäten der aufgenommenen Querprofile im Falle eines bordvollen Gerinneabflusses.

Tabelle 2: Abflusskapazität IST Zustand Stadtbach, QP 1-4

Querprofil	Abflusskapazität Gerinne, bordvoll
QP 1	2.80 m <sup>3</sup> /s
QP 2	2.65 m <sup>3</sup> /s
QP 3	5.00 m <sup>3</sup> /s
QP 4	3.35 m <sup>3</sup> /s

Das limitierende Querprofil im Projektperimeter ist QP 2. Der Stadtbach hat somit im Projektperimeter eine Abflusskapazität von rund 2.65 m<sup>3</sup>/s bordvoll. Diese Kapazität bei bordvollem Abfluss soll mit den Sanierungs- und Wasserbaumassnahmen an keiner Stelle unterschritten werden.

Die Abflusskapazitäten wurden anhand einer 1D Normalabflussrechnung nach Einstein berechnet. Die verwendeten Parameter zu den hydraulischen Berechnungen im IST-Zustand sind im Anhang A zu finden.

### 3.2.2 Drosselabfluss

Heute fliesst im Projektperimeter eine permanent regulierte Restwassermenge von ca. 0.2 - 0.4 m<sup>3</sup>/s. Eine Messkampagne bei der Entlastung Kleefeld zeigte, dass im Jahr 2013 zu 75% mehr als 0.065 m<sup>3</sup>/s, zu 50 % mehr als 0.09 m<sup>3</sup>/s und zu 10% mehr als 0.15 m<sup>3</sup>/s in die Kanalisation abgeleitet wurden [8]. Der theoretische Mittelwasserabfluss für das Jahr 2013 kann somit auf rund 0.29 m<sup>3</sup>/s angenähert werden. Im Sinne einer konservativen Schätzung wird der langjährige theoretische Mittelwasserabfluss im Projektperimeter auf 0.4 m<sup>3</sup>/s festgelegt.

### 3.2.3 Dimensionierungsgrösse

Im Rahmen einer Projektsitzung [9] wurde in Absprache mit dem Tiefbauamt der Stadt Bern und dem Oberingenieurkreis II beschlossen, die Ausbauwassermenge auf 1.5 m<sup>3</sup>/s festzulegen. Dieser Abfluss entspricht der Ausbauwassermenge von bereits realisierten Projekten am Stadtbach im städtischen Bereich. Ein minimales Freibord ist zu berücksichtigen.

Die hydraulischen Berechnungen vom Projekt sind im Anhang B und C zu finden.

# 4 MASSNAHMENPLANUNG

## 4.1 Variantenstudien und Entscheide

Das vorliegende Projekt basiert auf einem ausführlichen Variantenstudium [2] aus dem Jahr 2014. In der Konzeptstudie wurden folgende Varianten geprüft:

- V1: Beidseitig naturnahe Ufer
- V2a: Naturnahes rechtes Ufer mit Sockelmauer, Sanierung linke Sockel-/ Ufermauer
- V2b: Naturnahe rechte Böschung, Sanierung linke Sockel-/ Ufermauer
- V3: Neubau und Sanierung Sockel-/ Ufermauern
- V4: Gesetzliche Minimalvariante, Sanierung der städtischen Sockelmauer

Aus dem Variantenstudium resultierte damals Variante 2b als Bestvariante. Nach einer Vorprüfung durch den ewb Ökofonds kam man auf den Entscheid der Bestvariante zurück und griff stattdessen Variante 1 nochmals auf. Letztere wurde im Anschluss überarbeitet und weiter optimiert [3]. Das vorliegende Bauprojekt stützt sich auf diese optimierte Konzeptvariante 1 «*Beidseitig naturnahe Ufer*».

## 4.2 Miteinbezug der Grundeigentümer

Für die Ufersanierung und Aufwertung des Stadtbachs im Projektperimeter werden u.a. die sanierungsbedürftigen, privaten Gartenmauern abgebrochen. An diversen Stellen werden, insbesondere durch die Uferabflachung, Flächen der privaten Anrainer/-innen dauerhaft beansprucht (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 12). Weiter werden für die Bauausführung diverse private Flächen temporär genutzt. Aus diesem Grund wurde seit Beginn der Planung Wert auf einen regelmässigen Miteinbezug der Grundeigentümer/-innen gelegt. Die nachfolgende Tabelle hält fest, wie und wann die Grundeigentümer/-innen im Rahmen der Massnahmenplanung informiert und in die Planung miteinbezogen wurden.

Tabelle 3: Information und Miteinbezug der Grundeigentümer/-innen

Wann	Was	Wer / Durch wen
Dez. 2020	Projektvorstellung und Information über das Sanierungsvorhaben im Rahmen von Einzelgesprächen (Sanierungskonzept, 2020)	TAB Stadt Bern
	Abgabe einer schriftlichen Einverständniserklärung zum Sanierungskonzept (beidseitig naturnahe Ufer, Beanspruchung von privatem Land) und zur Bereitschaft der Mitwirkung im weiteren Planungsprozess.	Eigentümer/-innen zuhanden TAB
Okt. 2021	Projektabsteckung in den angrenzenden Gartenanlagen durch den Projektgenieur und Besprechung der Projektmassnahmen in Einzelgesprächen vor Ort zusammen mit dem Projektgenieur und der Projektleitung TAB.	Projektgenieur, Projektleitung TAB und Eigentümer/-innen

	Aufnahme der Anliegen der Anrainer/-innen für die weitere Planung.	
März 2022	Möglichkeit zur schriftlichen Stellungnahme zu den Bauprojektplänen (Entwurf, Stand 24.02.2022)	Eigentümer/-innen

Es ist vorgesehen, dass auch im weiteren Projektverlauf ein regelmässiger Miteinbezug der Eigentümer/-innen erfolgt. Als nächstes wird den Anrainer/-innen die Pflanzliste (Bestandteil Dossier Bauprojekt) zur Mitsprache bei der Auswahl der neuen Uferbepflanzung zugestellt.

## 4.3 Bauliche Massnahmen

### 4.3.1 Ufersicherungen

Im oberen und unteren Projektperimeter werden neue Mauern erstellt. Aufgrund der engen Platzverhältnisse ist das Mauerfundament bachseitig angeordnet. Im untersten Abschnitt werden die Mauern als U-Profil erstellt. Die Mauerhöhen entsprechen dem bestehenden Terrain. Die Betonsockel/ Sockelmauern fallen weg und werden nicht ersetzt, wodurch dem Gerinne mehr Platz in der Breite gewährt wird. Sämtliche Mauern werden aufgrund der Frosttiefe bis auf 80 cm in den Untergrund eingebunden. Die Fundamente in der Bachsohle werden mit 40 - 50 cm Bachkies überdeckt.

Entlang der Parzelle 1622 ist auf Wunsch der Eigentümer ein leicht geneigter Blocksatz anstelle einer reinen Betonmauer geplant. Der Blocksatz wird aufgrund der steilen Böschungsneigung in Hinterbeton ausgeführt. Es sind formwilde Blöcke von 0.5 - 1.0 to vorgesehen. Die bachseitige Oberfläche des Blocksatzes soll rau ausgeführt werden.

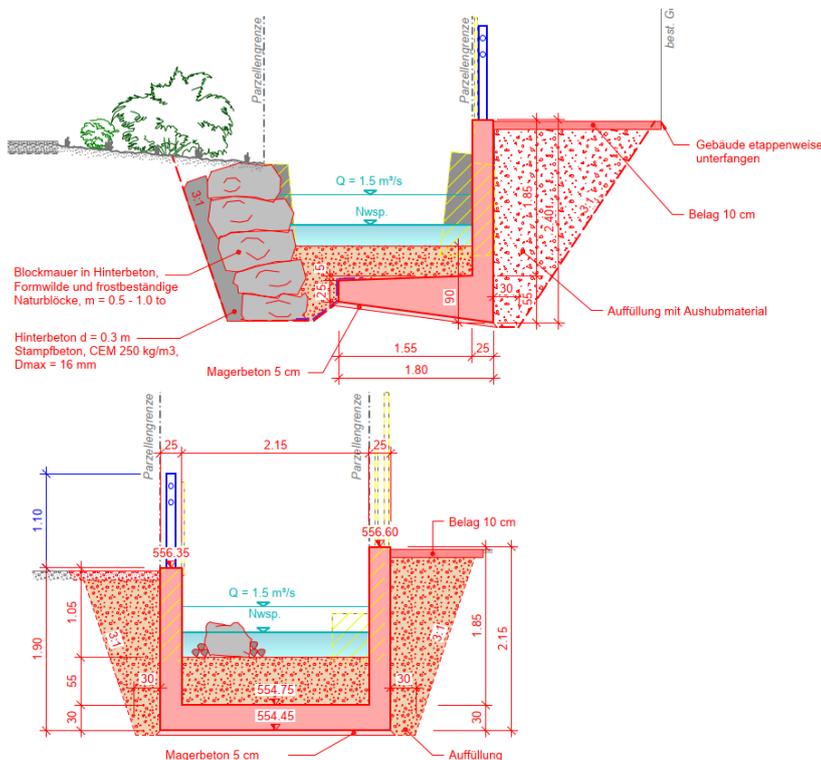


Abbildung 11: Übersicht Ufersicherungstypen

### 4.3.2 Aufweitung

Im mittleren Abschnitt sind variable Böschungen geplant. Die Böschungsneigungen variieren zwischen 1:3 bis 2:3. Die Lage der Böschungsoberkante orientiert sich maximal am Gewässerraum und wurde auf jedem Grundstück in Rücksprache mit den Grundeigentümern/-innen festgelegt. Dafür erfolgte eine Absteckung der Böschungsoberkante und eine Besprechung vor Ort (Oktober 2021, vgl. Tabelle 3). Bei steilen Uferneigungen werden zum Erosionsschutz Faschinen eingebaut. Durch die verschiedenen steilen Böschungsneigungen kann eine leichte Sohlenbreitenvariabilität realisiert werden. Dadurch werden unterschiedliche Strömungsverhältnisse begünstigt.

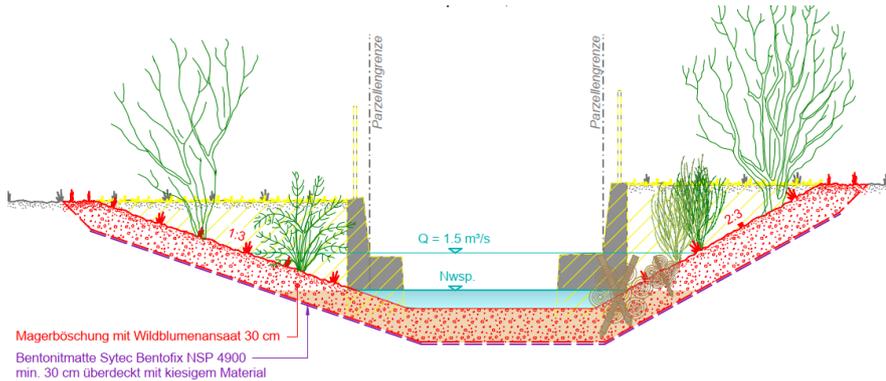


Abbildung 12: Querprofil Aufweitung

Durch den Einbau von einzelnen Störsteinen in der Gerinnesohle soll die Strömungsvariabilität zusätzlich gefördert werden. Dadurch werden unterschiedliche Fließstiefen entstehen, was einen wichtigen ökologischen Nutzen und Mehrwert mit sich bringt.

### 4.3.3 Treppenzugänge

Um die Zugänglichkeit für die Anwohner/-innen zum Stadtbach zu erleichtern, sind vier lokale Blocktreppen geplant. Die Entscheidung zur Realisierung und zur genauen Lage der Treppen erfolgte in Rücksprache mit den Eigentümern/-innen (vgl. Tabelle 3). Die Treppen werden mittels grösseren, formwilden Natursteinblöcken in die Böschungen integriert. Die Zugänge sollen als Sitzgelegenheit und Wasserzugang den Anwohner/-innen einen Mehrwert bringen und die Interaktion mit dem Gewässer fördern. Die Standorte der Zugänge wurden unter Mitwirkung der Grundeigentümer/-innen im Rahmen von einer Begehung bestimmt.

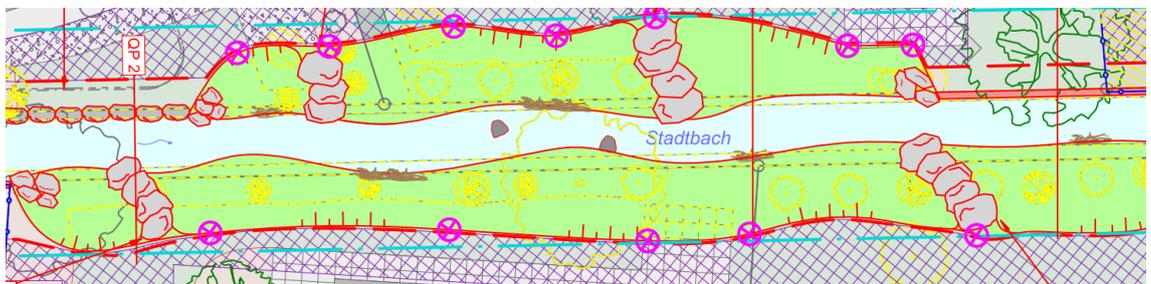


Abbildung 13: Übersicht Treppenzugänge

#### 4.3.4 Sohlenabdichtung

Einige angrenzende Grundeigentümer/-innen wiesen im Rahmen von Vorbesprechungen / Begehungen auf die hohe Feuchtigkeit in den Kellergeschossen hin. Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Problematik vom Stadtbach ausgeht. Als Vorsichtsmaßnahme wurde im Rahmen einer Projektsitzung [9] beschlossen, die Sohle mittels einer Bentonitmatte abzudichten.

#### 4.3.5 Werkleitungen

Am Standort vom ehemaligen Kiosk queren zwei einzelne, ungeschützte, lose Elektrokabel (Cablecom) den Stadtbach. Die Kabel werden im Zuge der Bachsanierung entlang der neuen Mauern und an der Stirnseite vom Durchlass umverlegt und ordentlich geschützt.

### 4.4 Bautechnische Herausforderungen

#### 4.4.1 Wasserhaltung

Die Bauarbeiten werden unter laufendem Betrieb bzw. Abfluss des Stadtbachs ausgeführt. Für die Ausführung ist eine Wasserhaltung mit einem grossen Rohr geplant, welches je nach Arbeitsvorschritt platziert und umgestellt wird (vgl. Abbildung 14).

Eine komplette Trockenlegung des Stadtbachs beim Entlastungsbauwerk "Kleefeld" ist aus biologischen Gründen keine Option (Restwasser in unterliegenden Abschnitten). Eine teilweise Drosselung beim Entlastungsbauwerk Kleefeld wird im Rahmen der weiteren Projektierung – in Rücksprache mit den zuständigen Fachstellen – geprüft.



Abbildung 14: Beispielbild Wasserhaltung mit Rohr am Grützbach, Quelle Bild: EWG Derendingen

#### **4.4.2 Enge Platzverhältnisse und Baustellenerschliessung**

Eine der bautechnischen Hauptherausforderungen liegt bei den engen Platzverhältnissen. Die Haupteerschliessung der Baustelle ist mit Kleinmaschinen über den Zugang der Parzellen Nr. 1597 und 1598 sowie von Süden her (von der Brünnenstrasse) ab dem ehemaligen Kioskstandort her geplant.

Für den Einbau der Betonfertigelemente (U-Profil) am Ende des Projektperimeters ist zudem der Einsatz eines LKW Kranwagens ab dem Buchdruckerweg vorgesehen.

Die Bauprojektpläne zeigen die angedachten Erschliessungswege und Installationsplätze der Baustelle.

### **4.5 Ökologische Massnahmen ausserhalb Gerinne**

#### **4.5.1 Rekultivierung Uferböschungen**

Die Ufer werden als kiesige Magerböschung ausgebildet. Als Aussaat wird eine Wildblumenmischung verwendet.

Im Böschungsbereich werden standortgerechte und einheimischen Pflanzen eingesetzt. Von Seite Stadtgrün Bern besteht eine Liste mit möglichen Arten, welche eingesetzt werden können. Diese Pflanzliste liegt dem Dossier bei. Aufgrund der dauerhaften Beanspruchung von privatem Land durch das Projekt erhalten die Grundeigentümer/-innen ein Mitspracherecht bei der Pflanzenwahl (Auswahl aus Pflanzliste).

#### **4.5.2 Baumschutz**

Innerhalb vom Projektperimeter sind mehrere geschützte Bäume (Umfang > 0.8 m, 1.0 m ab Boden) anzutreffen. Im Rahmen einer Begehung mit dem Baumschutzexperten der Stadt Bern [10] wurden die zu treffenden Schutzmassnahmen besprochen.

Die gross gewachsene Erle auf der Parzelle 2426 ist zwingend zu schützen. Die bestehende Mauer soll etappenweise und mit grosser Vorsicht abgebrochen werden, ohne das Wurzelgeflecht zu verletzen. Die neue Mauer wird einhäufig in kurzen Etappen erstellt. Als Wurzelschutz wird eine Plastikfolie zwischen Erdreich und Beton eingelegt.

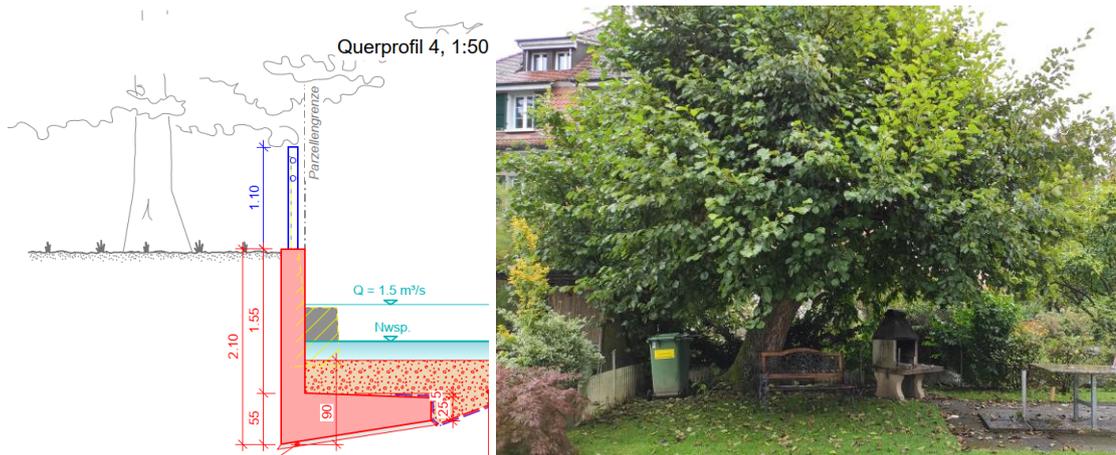


Abbildung 15: Querprofil und Foto der schützenswerten Erle auf Parz. 2426

Bei der mächtigen Platane an der Kreuzung Brünenstrasse / Bümplizstrasse muss der Stamm mittels Absperrlattung geschützt werden.

Bei Arbeiten rund um die geschützten Bäume ist der Baumschutzexperte der Stadt Bern jeweils vorzeitig zu informieren und beizuziehen.

### 4.5.3 Neophyten

Im Rahmen von Begehungen wurde mindestens an einem Ort ein Neophyt (Kirschlorbeer) gesichtet. Vor Baubeginn müssen im gesamten Perimeter die Neophyten kartiert werden. Während den Bauarbeiten müssen mit Neophyten belastete Flächen ausgehoben und fachgerecht entsorgt werden.

Nach Projektabschluss ist eine regelmässige Neophytenkontrolle im Rahmen vom ordentlichen Unterhalt durchzuführen.

## 4.6 Auswirkung der Massnahmen

Mit den geplanten Massnahmen wird der Perimeter insbesondere im Bereich der Aufweitung ökologisch aufgewertet. Durch die Umsetzung vom Projekt wird ein Beitrag an die Erreichung der ökologischen Entwicklungsziele der Stadt Bern sowie vom Kanton Bern geleistet.

Aus hydraulischer Sicht verbessert sich die Abflusskapazität im Projektperimeter, da dem Stadtbach mehr Platz gewährt wird. Einen direkten Einfluss auf die Gefährdung durch Hochwasser (Gefahrenkarte) wird durch die Projektumsetzung jedoch nicht erreicht. Der Grund hierfür liegt darin, dass die massgeblichen Schwachstellen oberhalb vom Projektperimeter liegen und dadurch das Wasser oberirdisch, ausserhalb des Gerinnes fliessen (vgl. Kap. 2.3.1).

# 5 KOSTEN

## 5.1 Bau- und Planungskosten

Die Projektkosten betragen rund 388'000 CHF. Die Genauigkeit des Kostenvoranschlags beträgt +/- 10%.

<b>6.328 Bachsanierung Stadtbach Buchdruckerweg, Bern</b>		
Kostengenauigkeit +/- 10%, Preisbasis: Januar 2022		
<b>Kostenvoranschlag</b>		<b>Total</b>
<b>Baukosten</b>		<b>257'700.00</b>
<i>Mehrkosten für Arbeiten mit Kleingeräten</i>	10%	23'400.00
111 Regiearbeiten	12%	19'700.00
112 Prüfungen		6'000.00
113 Baustelleneinrichtung	30%	50'200.00
116 Holzen und Roden		3'600.00
117 Abbrüche und Demontagen		24'400.00
181 Garten- und Landschaftsbau		20'800.00
213 Wasserbau		71'400.00
223 Belagsarbeiten		4'400.00
241 Ortbetonbau		33'800.00
<b>Projekt und Bauleitung (Honorarkosten SIA Phasen 32-53)</b>		<b>55'700.00</b>
<b>Total Bau und Honorarkosten exkl. MWSt.</b>		<b>313'400.00</b>
<b>Risikokosten gerundet</b>	15%	<b>47'000.00</b>
<b>Mehrwertsteuer</b>	7.70%	<b>27'750.80</b>
<b>Total Bau und Honorarkosten gerundet (inkl. Risikokosten und MWSt.)</b>		<b>388'000.00</b>

Abbildung 16: Kostenzusammenstellung

Nicht eingerechnet sind allfällige Kosten für Landerwerb, Entschädigungen für die temporäre Landbeanspruchung sowie Dienstbarkeitsverträge, Versicherungen, Vermessungskosten, Verfahrenskosten, Notariatskosten und Grundbucheinträge.

## 5.2 Finanzierung

Der Kreditbeschluss und die Finanzierungsabwicklung des Projekts erfolgen durch die Stadt Bern. Bund und Kanton beteiligen sich an wasserbaulichen Massnahmen. Im Rahmen des Sanierungskonzepts (Jahr 2014) wurden zudem seitens Ökofonds naturemade star ewb Finanzierungsbeiträge in Aussicht gestellt.

## 5.3 Kostenwirksamkeit

Die Ufermauern im Bachabschnitt sind nachweislich in einem sehr schlechten Zustand. Um Schäden zu verhindern ist eine Sanierung der Ufer unumgänglich. Für die Sanierung oder den Neubau der Mauern werden deshalb in absehbarer Zeit sowieso Kosten anfallen.

Im Rahmen des ausführlichen Variantenstudiums [2] im Jahr 2014 (vgl. Kapitel 4.1) wurden für die verschiedenen Varianten Grobkostenschätzungen (+/- 30%, Preisbasis Jahr 2014) durchgeführt:

- Grobkostenschätzung Konzeptvariante 1: CHF 308'000
- Grobkostenschätzung Konzeptvariante: 2a CHF 279'000
- Grobkostenschätzung Konzeptvariante: 2b CHF 237'000
- Grobkostenschätzung Konzeptvariante 3: CHF 370'000
- Grobkostenschätzung Konzeptvariante 4: CHF 190'000 (exkl. Kosten Sanierung private Ufer-/Gartenmauern)

Für eine Eins zu Eins Instandstellung des heute bestehenden Zustandes (Konzeptvariante 3) wurden damals die Investitionskosten um rund 20% höher abgeschätzt als für die Konzeptvariante 1 mit beidseitig naturnahen Ufern. Basierend auf diesem Kostenvergleich wurden bereits damals die nun geplanten Massnahmen als sinnvoll und verhältnismässig eingestuft.

Eine weitere Analyse im Rahmen des Bauprojekts hat dann ergeben, dass auch die Instandstellung der bestehenden Mauern in Teilabschnitten keinen Sinn macht, bzw. im Vergleich zu dem nun angedachten, teilweisen Neubau der Mauern kombiniert mit einer Neugestaltung von naturnahen Ufern, nicht kosteneffizient wäre. Wo nötig, bzw. vom Platzbedarf her nicht anders machbar, werden die Ufermauern nun komplett neu erstellt. Dies stellt eine langfristige Investition mit einer Lebensdauer von ca. 80 Jahren dar. Demgegenüber stehen, bei einer Instandstellung (anstatt Ersatzneubau) der langfristig mit Mauern verbauten Teilabschnitte, ähnliche Investitionskosten mit einer weniger langen Lebensdauer. Wo es der Platzbedarf erlaubt, wird auf den Ersatzneubau von Ufermauern verzichtet und naturnahe Uferböschungen ausgestaltet. Letztere weisen ggü. dem Neubau oder einer Sanierung der bestehenden Betonufermauer einen um rund 30% günstigeren Laufmeterpreis aus. Mit dem Abflachen der Ufer wird zudem eine ökologisch wertvolle Instandstellungsvariante umgesetzt, wodurch der Zustand und der Nutzen für Mensch und Umwelt deutlich verbessert wird.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte und dem relativen Vergleich zu einer reinen Instandstellung der bestehenden Betonmauern ist die Verhältnismässigkeit und die Kostenwirksamkeit des Projekts gegeben.

## 6 UNTERHALT

Gemäss Art. 9 des kantonalen Gesetzes über Gewässerunterhalt und Wasserbau (KWBG) obliegt die Wasserbaupflicht der Gemeinde, d.h. im vorliegenden Fall der Stadt Bern. Nach Umsetzung der Massnahmen zählt die Böschungspflege ebenfalls neu zum Unterhaltssperimeter der Stadt Bern.

Der Unterhalt und die Abgrenzung zu den privaten Gärten wird im Rahmen der weiteren Projektierung in einem Pflegekonzept geregelt. Darin werden neben der Art und der Häufigkeit des Unterhalts, insbesondere auch die Zuständigkeitsbereiche (Pflegegrenze TAB / Private) festgehalten.

# 7 GRUNDLAGENVERZEICHNIS

- [1] Vorstudie Bachsanierung Stadtbach Buchdruckerweg, Kissling + Zbinden AG, 29.10.2020
- [2] Konzeptstudie Bachsanierung Stadtbach Buchdruckerweg, Kissling + Zbinden AG, 04.07.2014
- [3] Optimierung der Konzeptstudie Bachsanierung Stadtbach Buchdruckerweg, Kissling + Zbinden AG, 03.12.2014
- [4] Inspektionsbericht Stadtbach Buchdruckerweg 8. Bern : s.n., 24.01.2013.
- [5] Stadt Bern, Präsidialdirektion, Stadtplanungsamt, «Gewässerraumplan Stadt Bern», 17.10.2019
- [6] Naturgefahrenkarte Stadt Bern, Teilrevision 2016, IGG Kissling + Zbinden AG / Kellerhals + Haefeli AG, 31.10.2016
- [7] Risikostrategie Naturgefahren: Umgang mit dem Risiko von Wasser-, Massenbewegungs- und Lawinenereignissen, Kanton Bern, 10.08.2005
- [8] ARA Zuleitungsstollen West, Vorstudie Evaluation Abflussregime Stadtbach, Hunziker-Betatech AG, Kissling + Zbinden AG, BG Ingenieure und Berater AG. 29.05.2014
- [9] Projektsitzung mit TAB, FI, OIK II, Stadtgrün, K+Z AG vom 10.12.2021
- [10] Begehung D. Dietewich (K+Z AG) mit I. Bättig (Baumschutzexperte Stadt Bern) vom 12.01.2022

## 8 ANHANG

Anhang A: Hydraulik / Abflusskapazitäten IST-Zustand bei bordvollem Abfluss

Anhang B: Hydraulik / Abflusskapazitäten Projekt-Zustand bei bordvollem Abfluss

Anhang C: Hydraulik Projekt-Zustand Ausbauwassermengen 1.5 m<sup>3</sup>/s und 2 m<sup>3</sup>/s

# Anhang A

Hydraulik / Abflusskapazitäten IST-Zustand bei bordvollem Abfluss

# Anhang A - Hydraulik IST-Zustand

Normalabflussberechnungen für Rechteck- und Trapezprofil  
 mit Fließgesetz nach STRICKLER (1923)

Projektnummer und Projektname 6.328 Sanierung Stadtbach  
 Bearbeitet Diego Dietewich

Beschrieb / Querprofilnr.			Kapazität Bordvoll				Bemerkungen
			QP 1 - IST-Zustand (bordvoll)	QP 2 - IST-Zustand (bordvoll)	QP 3 - IST-Zustand (bordvoll)	QP 4 - IST-Zustand (bordvoll)	
<b>Schutzziel/ Abflussbeschrieb</b>			<b>Kapazität Bordvoll</b>				
Gewünschter Abfluss	$Q_{\text{gew}}$	[m <sup>3</sup> /s]	2.80	2.65	5.00	3.35	
Höhenkote rechtes Ufer	$U_R$	[m ü.M.]	556.83	556.74	556.66	556.59	
Höhenkote linkes Ufer	$U_L$	[m ü.M.]	556.31	556.25	556.50	556.34	
Höhenkote Sohle	S	[m ü.M.]	555.30	555.35	555.25	555.29	
Sohlenbreite	B	[m]	1.65	1.78	1.66	1.74	
Längsgefälle	J	-	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	
Böschungsneigung links	$n_l$	-	1.E+01	1.E+03	3.00	1.E+03	
Böschungsneigung rechts	$n_r$	-	1.E+01	3.00	3.00	3.00	
Strickler-Beiwert Sohle	$k_{s,s}$	[m <sup>1/3</sup> /s]	35.00	35.00	35.00	35.00	
Strickler-Beiwert linkes Ufer	$k_{s,l}$	[m <sup>1/3</sup> /s]	70.00	70.00	70.00	70.00	
Strickler-Beiwert rechtes Ufer	$k_{s,r}$	[m <sup>1/3</sup> /s]	70.00	70.00	70.00	70.00	
Abflusshöhe	h	[m]	1.01	0.90	1.25	1.05	
Massgebende Gerinnhöhe	H	[m]	1.01	0.90	1.25	1.05	
Berechneter Abfluss	$Q_{\text{ber}}$	[m <sup>3</sup> /s]	2.80	2.65	5.00	3.35	
Gemittelter Strickler-Beiwert	$k_{s,m}$	[m <sup>1/3</sup> /s]	46.98	45.66	49.03	47.04	
Abflussquerschnitt	A	[m <sup>2</sup> ]	1.77	1.73	2.60	2.02	
Benetzter Umfang	P	[m]	3.68	3.62	4.30	3.90	
Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	1.58	1.53	1.92	1.66	
Geschwindigkeitshöhe	$v^2/2g$	[m]	0.13	0.12	0.19	0.14	
Energiehöhe	$H_E$	[m]	1.14	1.02	1.44	1.19	
Froudezahl	Fr	-	0.73	0.71	0.79	0.74	
Schleppspannung	$\tau$	[N/m <sup>2</sup> ]	14.16	14.07	17.81	15.22	

### Freiborderberchnung nach KOHS

Unschärfe aufgrund Sohlenlage	$\sigma_{wz}$	[m]	0.00	0.00	0.00	0.00	
Unschärfe der berechneten Abflusshöhe	$\sigma_{wh}$	[m]	0.12	0.11	0.14	0.12	
Unsicherheit Wasserspiegellage	$f_w$	[m]	0.12	0.11	0.14	0.12	
Freibord Wellenbildung und Rückstau	$f_v$	[m]	0.13	0.12	0.19	0.14	
Freibord für Treibgut unter Brücken	$f_t$	[m]	0.00	0.00	0.00	0.00	
Berechnetes Freibord	$f_{e,ber}$	[m]	0.18	0.16	0.23	0.19	
Erforderliches Freibord	$f_e$	[m]	0.30	0.30	0.30	0.30	
<b>Abflusshöhe mit Freibord</b>	$h_{\text{tot}}$	[m]	<b>1.31</b>	<b>1.20</b>	<b>1.55</b>	<b>1.35</b>	
Nachweis Freibord			✗	✗	✗	✗	

# **Anhang B**

Hydraulik / Abflusskapazitäten Projekt-Zustand bei bordvollem Abfluss



# Anhang C

Hydraulik Projekt-Zustand Ausbauwassermengen 1.5 m<sup>3</sup>/s und 2 m<sup>3</sup>/s

**Normalabflussberechnungen für Rechteck- und Trapezprofil**  
 mit Fließgesetz nach STRICKLER (1923)

**Projektnummer und Projektname**  
**Bearbeitet**

 6.328 Stadtbach Buchdruckerweg  
 Diego Dietewich / Markus Knellwolf

Beschrieb / Querprofilnr.			QP 1 - Projekt					QP 2 - Projekt					QP 3 - Projekt					QP 4 - Projekt					QP 5 - Projekt					QP xxx					Bemerkungen
			Q = 1.5	Q = 1.5	Q = 1.5	Q = 1.5	Q = 1.5	xxx																									
<b>Schutzziel/ Abflussbeschrieb</b>			Q = 1.5	Q = 1.5	Q = 1.5	Q = 1.5	Q = 1.5	xxx																									
<b>Gewünschter Abfluss</b>	Q <sub>gew</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00																									
Höhenkote rechtes Ufer	U <sub>R</sub>	[m ü.M.]	556.83	556.74	556.66	556.59	556.59	555.56																									
Höhenkote linkes Ufer	U <sub>L</sub>	[m ü.M.]	556.31	556.25	556.50	556.34	556.34	555.00																									
Höhenkote Sohle	S	[m ü.M.]	555.30	555.35	555.25	555.29	555.29	554.00																									
Sohlenbreite	B	[m]	2.00	2.00	1.77	2.22	2.17	15.00																									
Längsgefälle	J	-	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	2.0%																									
Böschungsneigung links	n <sub>l</sub>	-	3.00	3.00	0.33	1.E+03	1.E+03	0.67																									
Böschungsneigung rechts	n <sub>r</sub>	-	1.E+03	0.67	0.67	0.67	1.E+03	0.67																									
Strickler-Beiwert Sohle	k <sub>s,s</sub>	[m <sup>1/3</sup> /s]	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	30.00																									
Strickler-Beiwert linkes Ufer	k <sub>s,l</sub>	[m <sup>1/3</sup> /s]	30.00	30.00	30.00	90.00	90.00	80.00																									
Strickler-Beiwert rechtes Ufer	k <sub>s,r</sub>	[m <sup>1/3</sup> /s]	90.00	30.00	30.00	30.00	90.00	80.00																									
<b>Abflusshöhe</b>	h	[m]	0.64	0.60	0.55	0.55	0.57	0.00																									
Massgebende Gerinnhöhe	H	[m]	1.01	0.90	1.25	1.05	1.05	1.00																									
Berechneter Abfluss	Q <sub>ber</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00																									
Gemittelter Strickler-Beiwert	k <sub>s,m</sub>	[m <sup>1/3</sup> /s]	37.35	32.46	31.73	36.02	42.80	30.00																									
Abflussquerschnitt	A	[m <sup>2</sup> ]	1.34	1.53	1.68	1.44	1.23	0.01																									
Benetzter Umfang	P	[m]	3.31	3.71	4.54	3.75	3.31	15.00																									
Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	1.12	0.98	0.89	1.04	1.22	0.04																									
Geschwindigkeitshöhe	v <sup>2</sup> /2g	[m]	0.06	0.05	0.04	0.06	0.08	0.00																									
Energiehöhe	H <sub>E</sub>	[m]	0.70	0.65	0.59	0.60	0.64	0.00																									
Froudezahl	Fr	-	0.56	0.49	0.47	0.54	0.64	0.42																									
Schleppspannung	τ	[N/m <sup>2</sup> ]	11.92	12.11	10.87	11.29	10.98	0.18																									

**Freiborderberchnung nach KOHS**

Unschärfe aufgrund Sohlenlage	σ <sub>wz</sub>	[m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Unschärfe der berechneten Abflusshöhe	σ <sub>wh</sub>	[m]	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.06
Unsicherheit Wasserspiegellage	f <sub>w</sub>	[m]	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.06
Freibord Wellenbildung und Rückstau	f <sub>v</sub>	[m]	0.06	0.05	0.04	0.06	0.08	0.00
Freibord für Treibgut unter Brücken	f <sub>t</sub>	[m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Berechnetes Freibord	f <sub>e,ber</sub>	[m]	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.06
Erforderliches Freibord	f <sub>e</sub>	[m]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
<b>Abflusshöhe mit Freibord</b>	h <sub>tot</sub>	[m]	0.94	0.90	0.85	0.85	0.87	0.30
Nachweis Freibord			✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Kritischer Abfluss**

<b>Kritische Abflusshöhe</b>	h <sub>k</sub>	[m]	0.38	0.36	0.36	0.35	0.37	0.00
Kritische Abflussgeschwindigkeit	v <sub>k</sub>	[m/s]	1.91	1.77	1.63	1.75	1.89	#DIV/0!
Kritische Energiehöhe	H <sub>E,k</sub>	[m]	0.57	0.52	0.49	0.50	0.55	#DIV/0!
Erforderliches Freibord	f <sub>e,k</sub>	[m]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	#DIV/0!
Abflusshöhe mit Freibord	h <sub>tot,k</sub>	[m]	0.68	0.66	0.66	0.65	0.67	#DIV/0!
Nachweis Freibord			✓	✓	✓	✓	✓	#####

**Normalabflussberechnungen für Rechteck- und Trapezprofil**  
 mit Fließgesetz nach STRICKLER (1923)

**Projektnummer und Projektname**  
**Bearbeitet**

 6.328 Stadtbach Buchdruckerweg  
 Diego Dietewich / Markus Knellwolf

Beschrieb / Querprofilnr.			Projekt						Bemerkungen
			QP 1 - Projekt	QP 2 - Projekt	QP 3 - Projekt	QP 4 - Projekt	QP 5 - Projekt	QP xxx	
<b>Schutzziel/ Abflussbeschrieb</b>			Q = 2	Q = 2	Q = 2	Q = 2	Q = 2	xxx	
<b>Gewünschter Abfluss</b>	Q <sub>gew</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	
Höhenkote rechtes Ufer	U <sub>R</sub>	[m ü.M.]	556.83	556.74	556.66	556.59	556.59	555.56	
Höhenkote linkes Ufer	U <sub>L</sub>	[m ü.M.]	556.31	556.25	556.50	556.34	556.34	555.00	
Höhenkote Sohle	S	[m ü.M.]	555.30	555.35	555.25	555.29	555.29	554.00	
Sohlenbreite	B	[m]	2.00	2.00	1.77	2.22	2.17	15.00	
Längsgefälle	J	-	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	2.0%	
Böschungsneigung links	n <sub>l</sub>	-	3.00	3.00	0.33	1.E+03	1.E+03	0.67	
Böschungsneigung rechts	n <sub>r</sub>	-	1.E+03	0.67	0.67	0.67	1.E+03	0.67	
Strickler-Beiwert Sohle	k <sub>s,s</sub>	[m <sup>1/3</sup> /s]	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	30.00	
Strickler-Beiwert linkes Ufer	k <sub>s,l</sub>	[m <sup>1/3</sup> /s]	30.00	30.00	30.00	90.00	90.00	80.00	
Strickler-Beiwert rechtes Ufer	k <sub>s,r</sub>	[m <sup>1/3</sup> /s]	90.00	30.00	30.00	30.00	90.00	80.00	
<b>Abflusshöhe</b>	h	[m]	0.77	0.71	0.64	0.65	0.68	0.00	
Massgebende Gerinnhöhe	H	[m]	1.01	0.90	1.25	1.05	1.05	1.00	
Berechneter Abfluss	Q <sub>ber</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	
Gemittelter Strickler-Beiwert	k <sub>s,m</sub>	[m <sup>1/3</sup> /s]	37.65	32.25	31.56	36.13	44.07	30.00	
Abflussquerschnitt	A	[m <sup>2</sup> ]	1.63	1.88	2.07	1.76	1.48	0.01	
Benetzter Umfang	P	[m]	3.58	4.02	4.98	4.04	3.53	15.00	
Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	1.22	1.06	0.96	1.14	1.35	0.04	
Geschwindigkeitshöhe	v <sup>2</sup> /2g	[m]	0.08	0.06	0.05	0.07	0.09	0.00	
Energiehöhe	H <sub>E</sub>	[m]	0.84	0.77	0.69	0.72	0.77	0.00	
Froudezahl	Fr	-	0.58	0.50	0.48	0.55	0.67	0.42	
Schleppspannung	τ	[N/m <sup>2</sup> ]	13.45	13.75	12.26	12.81	12.33	0.18	

**Freiborderberchnung nach KOHS**

Unschärfe aufgrund Sohlenlage	σ <sub>wz</sub>	[m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Unschärfe der berechneten Abflusshöhe	σ <sub>wh</sub>	[m]	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.06	
Unsicherheit Wasserspiegellage	f <sub>w</sub>	[m]	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.06	
Freibord Wellenbildung und Rückstau	f <sub>v</sub>	[m]	0.08	0.06	0.05	0.07	0.09	0.00	
Freibord für Treibgut unter Brücken	f <sub>t</sub>	[m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Berechnetes Freibord	f <sub>e,ber</sub>	[m]	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.06	
Erforderliches Freibord	f <sub>e</sub>	[m]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
<b>Abflusshöhe mit Freibord</b>	h <sub>tot</sub>	[m]	1.07	1.01	0.94	0.95	0.98	0.30	
Nachweis Freibord			✗	✗	✓	✓	✓	✓	

**Kritischer Abfluss**

<b>Kritische Abflusshöhe</b>	h <sub>k</sub>	[m]	0.46	0.44	0.42	0.41	0.44	0.00	
Kritische Abflussgeschwindigkeit	v <sub>k</sub>	[m/s]	2.09	1.91	1.75	1.90	2.08	#DIV/0!	
Kritische Energiehöhe	H <sub>E,k</sub>	[m]	0.68	0.62	0.58	0.60	0.66	#DIV/0!	
Erforderliches Freibord	f <sub>e,k</sub>	[m]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	#DIV/0!	
Abflusshöhe mit Freibord	h <sub>tot,k</sub>	[m]	0.76	0.74	0.72	0.71	0.74	#DIV/0!	
Nachweis Freibord			✓	✓	✓	✓	✓	#####	