

Heimberg Louelipark

Gutachten - Wassergefahren

Bern, 22.10.2024



Flussbau AG SAH
dipl. Ing. ETH/SIA flussbau.ch

Schwarztorstr. 7, CH-3007 Bern Tel. 031 - 370 05 80

Impressum

Projekttitlel	Heimberg Louelipark, Gutachten - Wassergefahren
Projektnummer	H2024.08
Auftraggeberin	z. H. Martin Wildberger Frutiger AG Immobilien Bahnhofsstrasse 2a 3073 Gümligen
Projektbearbeitung	Flussbau AG SAH, Schwarztorstrasse 7, 3007 Bern, Tel. 031 370 05 80 – Pascal Wild, MSc Umwelt-Ing. ETH – Rolf Künzi, Dipl. Kulturing. ETH
Dokumentendatum	22.10.2024
Version / Verteiler	v1.0, Auftraggeber, 19.08.2024, Brücken v1.1, Auftraggeber, 02.10.2024, Brücken und Variantenstudium HWS v1.2, Auftraggeber, 22.10.2024, Ergänzungen nach Absprache mit TBA OIK I
Zitiervorschlag	Frutiger AG Immobilien (2024): Heimberg Louelipark, Gutachten - Wassergefahren, <i>Flussbau AG SAH</i> . Projekt-Nr. H2024.08, Bern, 22.10.2024.

Inhalt

1	Ausgangslage und Auftrag	1
2	Verwendete Grundlagen	3
3	Schutzziele, Auflagen und Randbedingungen	5
3.1	Schutzziel	5
3.2	Auflagen	5
3.3	Randbedingungen	6
4	Einzugsgebiet und Hydrologie	9
4.1	Einzugsgebiet	9
4.2	Hochwasserabflüsse, Geschiebe und Schwemmholz	10
5	Hydraulische Grundlagen	11
5.1	Staukurvenrechnung Loueligrabe	11
5.2	Szenarien	12
5.3	Erforderliche Freibord	12
6	Hochwassergefährdung	13
6.1	Intensitäten	13
6.2	Gefahrenmatrix	13
6.3	Gefahrensituation gemäss Gefahrenkarte Wassergefahren	15
6.4	Gefahrensituation gemäss Gefährdungskarte Oberflächenabfluss	17
7	Hydraulische Berechnungen	19
7.1	Staukurve	19
7.2	2D - Modellierung	19
7.2.1	<i>Normalabflussberechnungen, Austrittwassermenge und Freibord</i>	19
7.2.2	<i>2D-Modell</i>	20
8	Variantenstudium	21
8.1	Variantenübersicht	21
8.2	Variante 1: Schutzkote Gebäude	21
8.3	Variante 2a: Abflusskorridor Nord	21
8.4	Variante 2a: Abflusskorridor Süd	21
8.5	Variantenentscheid	22
9	Schutzkoten	23
9.1	Brücken	23
9.1.1	<i>Hauptverkehrsbrücke</i>	23
9.1.2	<i>Fussgängerbrücke</i>	23
9.2	Überbauung	24

10	Hochwassersicherheit und Beurteilung	27
10.1	Massnahmen	27
10.2	Verhalten bei Überlastung	27
10.3	Gefahrenverlagerung	27
10.4	Beurteilung bei einer Überbauungsordnung	28
10.5	Beurteilung der kommunalen und kantonalen Auflagen	29
10.6	Vorschlag für Auflagen in Überbauungsvorschriften (UeV)	30
11	Schlussfolgerung	31

Anhang

Anhang A **Abfluss- und Freibordberechnungen**

Anhang A1 Hauptverkehrsbrücke

Anhang A2 Fussgängerbrücke

Anhang B **Schwachstellen**

Anhang B1 Ausbruchwassermengen

Anhang B2 Fotos

Anhang B3 Längenprofil Loueligraben

Anhang C **Schutzkoten und Ergebnisse der 2D-Modellierung**

Anhang C1 Schutzkoten

Anhang C2 2D-Modellergebnisse

1 Ausgangslage und Auftrag

In der Gemeinde Heimberg im Kanton Bern wird auf dem früheren Industriestandort der Rigips die Überbauungsordnung (UeO) «Louelipark» geplant (Abbildung 1). Diese befindet sich inmitten des Siedlungsgebiets von Heimberg südlich der BLS-Bahnlinie und dem Bahnhof Heimberg. Der Loueligrabe fliesst inmitten durch das Gebiet der Überbauungsordnung. Der Grabenhüsibach mündet direkt unterhalb der UeO in den Loueligraben.

Brückenquerungen

Die Flussbau AG SAH wurde am 16. April 2024 durch die Frutiger AG beauftragt den Nachweis für die Hochwasserschutzsicherheit der Brückenquerungen über den Loueligraben zu erbringen. Zusätzlich wurden von Fachstellen diverse Nachweise gefordert, welche im Rahmen des vorliegenden Fachberichts behandelt werden. Um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten und die notwendige Schutzkote für die UeO festzulegen, wurde ein Variantenstudium durchgeführt.

In der UeO sind zwei Brücken vorgesehen. Die Hauptverkehrsbrücke (Brücke links in Abbildung 1) soll auch für Fahrzeuge von Einsatzkräften (z. B. Feuerwehr) befahrbar sein. Bei der oberen Brücke handelt es sich um eine reine Fussgängerbrücke.



Abbildung 1: Ausschnitt aus den Projektunterlagen des Richtprojekts. Loueligrabe (blau), Brücken gemäss Projekt (rot). Linke Brücke: Hauptverkehrsbrücke, rechte Brücke: Fussgängerbrücke.

2 Verwendete Grundlagen

Projektspezifische Grundlagen

- [1] Gemeinde Heimberg (2024): Auswertung Vorprüfung. Einwohnergemeinde Heimberg. Überbauungsordnugn «Louelipark» mit Änderung Zonenplan, Richtplan, Zonenplan Naturgefahren und Gewässerraum. *Ecoptima AG*. Juni 2024.
- [2] Kt. Bern (2024): Heimberg; Überbauungsordnung "Louelipark" mit Änderungen des Zonenplans, des Richtplans sowie des Zonenplans Naturgefahren und Gewässerraum, Vorprüfung Vorprüfungsbericht gemäss Art. 59 BauG und 118 BauV. Amt für Gemeinden und Raumordnung (AGR). 31. Mai 2024.
- [3] Gemeinden Heimberg und Steffisburg (2024): Hochwasserschutzmassnahmen Loueligrabe / Grabenhüsibach – Überprüfung und Anpassung Hydrologie. *Flussbau AG SAH*. Projekt-Nr. V2022.08, Bern, ENTWURF, 23.01.24.
- [4] Gemeinde Heimberg (2021): Hochwasserschutz Loueligrabe Heimberg. HW-Entlastung. Situationsplan, Querprofilplan, Längenprofil. *Mätzener+Wyss Bauingenieure AG*. 04.19.2021.
- [5] Gemeinde Heimberg (2024): Hydraulische Vorabklärungen Grabenhüsibach zur Unterquerung der BLS - Kurzbericht. *Flussbau AG SAH*. Projekt-Nr. H2022.03, Bern, 18.03.2024.
- [6] Gemeinde Heimberg (2011): Gefahrenkarte Heimberg. Technischer Bericht. *ARGE geo7 und Flussbau AG SAH*.
- [7] Gemeinde Heimberg (2018): Umbau Bahnhof Heimberg. Aktennotiz Durchlass Loueligraben (Phase II). *Flussbau AG SAH*. 13.12.2018.
- [8] Gemeinde Heimberg (2023): Ortsplanungsrevision. Genehmigung. Zonenplan Naturgefahren und Gewässerraum 1:5000. November 2023.

Allgemeine Grundlagen

- [9] Kt. Bern (2009): Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern. Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortsplanung. Arbeitshilfe für die Ortsplanung. Bern, Juli 2009.
- [10] Kt. Bern (2010): Schutzziele bei gravitativen Naturgefahren, Tiefbauamt Kanton Bern, 8. September 2010.
- [11] KOHS (2013): Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Empfehlungen der Kommission für Hochwasserschutz (KOHS). *Wasser Energie Luft*, 105, 43-50.
- [12] Bundesamt für Landestopografie Swisstopo (2023): Luftbilder, SwissAlti3D, LK25, Gefährdungskarte Oberflächenabfluss, Cadastral Web Map, Teileinzugsgebiete, Zugriff via www.map.geo.admin.ch am 17.07.24.
- [13] Geoportal Kt. Bern (2023): Naturgefahrenkarte. Zugriff am 17.07.24.
Link: www.map.apps.be.ch
- [14] Tiefbauamt des Kantons Bern (2005): Risikostrategie Naturgefahren; Ergebnissicherung der Klausursitzung des Regierungsrates vom 10. August 2005.
- [15] BWW, BRP, BUWAL (1997): Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. *Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW), Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Biel und Bern*.
- [16] Kanton Bern (2021): Hilfsblatt für Zusatzformular Naturgefahren. Arbeitshilfe zu Art. 6 Baugesetz. Stand 01.04.2021.

3 Schutzziele, Auflagen und Randbedingungen

3.1 Schutzziel

Da bei der Überbauungsordnung UeO «Louelipark» eine Einstellhalle mit mehr als 10 Parkplätzen vorgesehen ist, handelt es sich gemäss Art. 6 BauG um ein sensibles Objekt [16]. Bei sensiblen Objekten ist bereits in gelben oder gelb-weissen Gefahrengebieten im Rahmen eines Gefahrengutachtens ein Nachweis der Hochwassersicherheit notwendig (es gelten die gleichen Bestimmungen wie im blauen Gefahrengebiet).

Weiter befinden sich einzelne Gebäude der UeO im blauen Gefahrengebiet. Dadurch ist ein Nachweis der Hochwassersicherheit gemäss den kantonalen Vorgaben zwingend erforderlich.

Somit gilt eine gesetzliche Pflicht zu vorbeugenden oder vorsorglichen Massnahmen [15]. Diese Massnahmen sind auf Einwirkungen von einem 300-jährlichen Ereignis auszuliegen. Dies gilt für Neu-, An- und Umbauten [10].

3.2 Auflagen

Kommunale Auflagen

Im Baureglement der Gemeinde Heimberg wurde der Gewässerraum (GWR) planrechtlich ausgeschieden (Abbildung 2). Dieser beträgt im Bereich des Projektes für den Loueligraben und den Grabenhüsibach die minimale Breite von 11 m. [8]

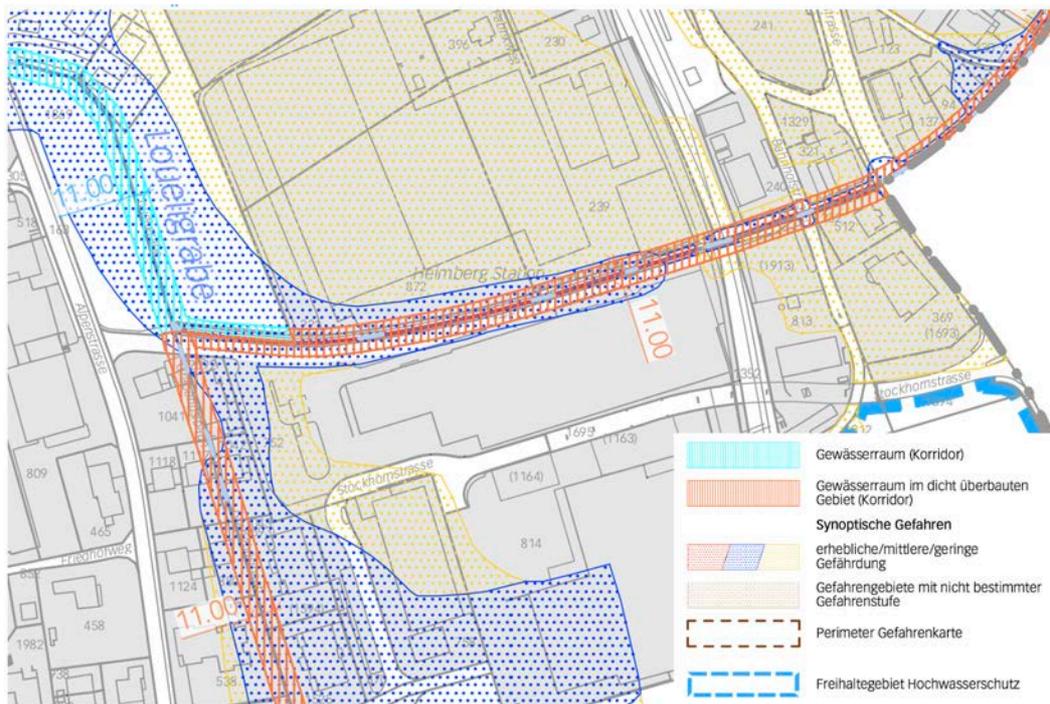


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Zonenplan Naturgefahren und Gewässerraum der Ortsplanungsrevision der Gemeinde Heimberg [8].

Die nachfolgend aufgeführten kommunalen Auflagen wurden von der Gemeinde Heimberg im Rahmen einer Vorprüfung definiert [1]:

- Die Brücken inkl. Fundamente sollen ausserhalb des GWR zu liegen kommen.
- Fachgutachten Naturgefahren für die beiden Querungen (Anforderung an die Hochwassersicherheit)
- Abstimmung mit dem HWS-Projekt in Heimberg mit der Gemeinde
- Technische Machbarkeit der Übergänge prüfen (Lage, Breite, Länge und Längsprofil)

- *Bedarf von Massnahmen an angrenzende Gebäude*
- *Massnahmen für den Hochwasserschutz verbindlich in der Überbauungsverordnung (UeV) festlegen*

Kantonale Auflagen

Das Amt für Gemeinden und Raumordnung (AGR) des Kantons Bern gab am 31.05.2024 eine Stellungnahme in Form eines Vorprüfungsberichts gemäss Art. 59 BauG und 118 BauV ab [2]. Darin ist auch der Vorprüfungsbericht des TBA OIK I des Kantons Bern vom 24.01.2024 enthalten. Folgende Genehmigungsvorbehalte wurden in Bezug auf Naturgefahren gemacht:

- *«Die technische Machbarkeit der beiden neuen Übergänge ist aus Sicht Wasser-gefahren und Wasserbau zu prüfen und im Erläuterungsbericht darzulegen.»*
(vgl. Stellungnahme Gemeinde Heimberg, Kommunale Auflage)
- *«Im Erläuterungsbericht wird zudem aufgeführt, dass bei Gebäuden, die an gefährdete Bereiche grenzen, bei der Anordnung von bodennahen Gebäudeöffnungen der Hochwassersituation Rechnung zu tragen ist. Es muss daher bereits im Rahmen der Überbauungsordnung aufgezeigt werden, ob entsprechende Massnahmen ergriffen werden müssen. Allfällig erforderliche Massnahmen müssen in den Überbauungsvorschriften festgelegt werden.»*

3.3 Randbedingungen

Kanalisationsleitung

Im Bereich der geplanten Strassenbrücke existiert eine Mischwasser-Kanalisationsleitung (SBR aus dem Jahre 1972), welche von Süden nach Norden den Loueligraben quert. Die Leitung befindet sich unmittelbar auf der Unterstromseite der Brücke. Die Ein- und Auslaufhöhe beträgt 545.26 m ü. M. (resp. 545.24 m ü. M.), das Gefälle 0.24 % und der Durchmesser 1100 mm. Die Oberkante der Leitung befindet sich demnach bei ca. 546.36 m ü. M. Unter der Annahme, dass eine minimale Überdeckung der Leitung von 1 m notwendig ist, wird die minimale Sohlenkote auf 547.36 m ü. M. festgelegt. Diese liegt ca. 10-20 cm über der heutigen Sohlenlage. (Die Überdeckung von 1 m stellt eine konservative Annahme dar und kann im Rahmen des Projektes erneut geprüft werden.)

HWS-Projekt

Im Bereich des Siedlungsgebiets von Heimberg ist für den Loueligraben und den Grabenhüsibach ein Hochwasserschutzprojekt in Planung. Für den Loueligraben innerhalb des Projektperimeters liegt eine Machbarkeitsstudie vor. Mit der Erarbeitung eines Vorprojekts soll im Winter 2024 / Frühling 2025 gestartet werden.

Im vorliegenden Auftrag sind unter Berücksichtigung des vorgesehenen Gerinnequerschnittes die erforderlichen Brückenhöhen zu bestimmen. Für die Dimensionierung wird wegen dem bestehenden Geschiebesammler von einem geschiebelosen Abfluss ausgegangen. Die Machbarkeitsstudie sieht zudem eine Entlastungsleitung in die Aare vor. Deshalb wird als weitere Randbedingung die Einstauhöhe des Loueligrabens durch die Aare (HQ_{30}) von 547.20 m ü. M. berücksichtigt (Angaben Machbarkeitsstudie von Mätzener + Wyss AG [4]).

Beim Grabenhüsibach hat der Bahndamm bereits heute eine Rückhaltewirkung und drosselt den Abfluss [5]. Auch in Zukunft ist mit einer Drosselung zu rechnen (geprüft wurde eine Drosselung auf 1 resp. 2 m³/s). Geplant ist ein Hochwasserrückhaltebecken (HWRB) mit einer Drosselung auf 2.0 m³/s [5]. Die Fläche oberhalb des Bahndamms ist bereits heute als «Freihaltegebiet Hochwasserschutz» im Zonenplan der Gemeinde Heimberg ausgewiesen und planrechtlich gesichert. Für den Grabenhüsibach inkl. Riederengrabe wird eine maximale Wassermenge von 2.0 m³/s angenommen.

Die Überlegungen zum erforderlichen minimalen Brückenquerschnitt basieren auf dem HWS-Konzept «Variante Durchleiten» und gehen davon aus, dass sämtliches Wasser des Dimensionierungsabflusses (HQ_{100}) beim Louelipark ohne Rückhalt oder Entlastung durchfließt.

Die Bestimmung der Schutzkoten für die Brücken erfolgte auf der Basis des Querschnittes gemäss der Machbarkeitsstudie.

BLS-Durchlass Loueligraben

Der BLS-Durchlass direkt oberhalb der UeO wurde im Rahmen des Bahnhofumbaus im Herbst 2024 ausgebaut (Abbildung 3). Die Ausbauwassermenge betrug bei der Dimensionierung $7.6 \text{ m}^3/\text{s}$ mit einem Freibord von 0.5 m (Aktennotiz Umbau Bahnhof Heimberg [7]). Bis zur Realisierung des Hochwasserschutzprojektes der Gemeinde kommt es im aktuellen Zustand zu einem hydraulischen Engpass, da das bestehende glatte Blocksteingerinne auf den breiten Durchlass trifft. Daher ist im heutigen Zustand bei kleineren Ereignissen mit einem Wasseraustritt zu rechnen.



Abbildung 3: BLS-Durchlass Loueligrabe. Blick in Fliessrichtung. Foto vom 20.09.24, pw.

4 Einzugsgebiet und Hydrologie

4.1 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet des Loueligrabens umfasst die Teileinzugsgebiete des Loueligrabens (0.48 km²), Grabenhüsibaches (0.42 km²) und des Riederegrabens (0.2 km²). Der Riederegrabe fliesst oberhalb des Siedlungsgebietes bei der Bernstrasse in den Grabenhüsibach. Dieser fliesst anschliessend noch vor der Schulstrasse in den Loueligraben (Abbildung 4).

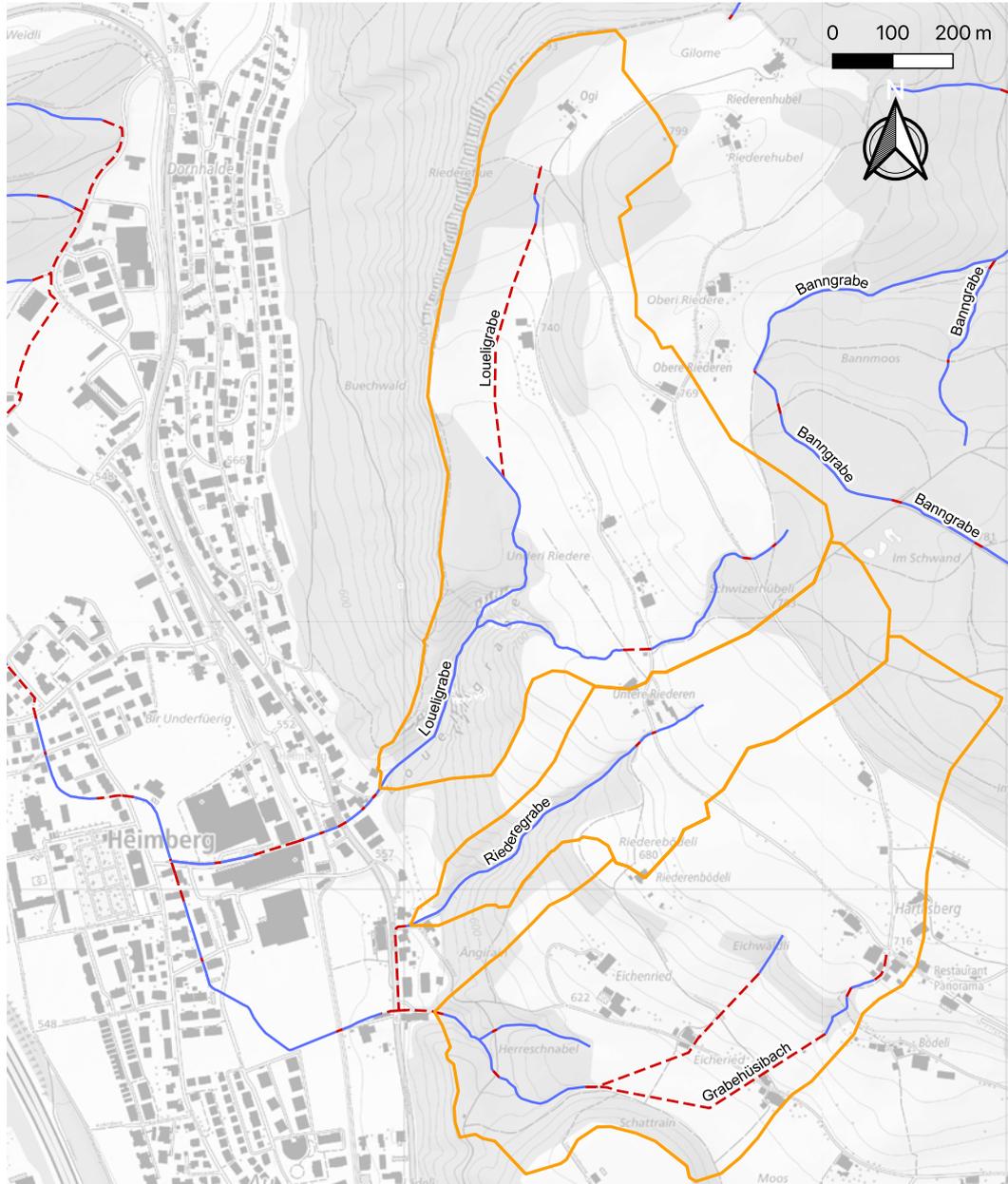


Abbildung 4: Einzugsgebiete sind in orange dargestellt. Gewässer oberirdisch blau und eingedolt rot. (Hintergrund SwissTopo) [3].

4.2 Hochwasserabflüsse, Geschiebe und Schwemmholz

Hochwasserabflüsse

Die Hochwasserabflüsse der drei Fliessgewässer Loueligrabe, Grabenhüsibach und Riederegrabe wurden in der Gefahrenkarte Heimberg von 2011 anhand der Grösse des Einzugsgebietes und einem gebietsspezifischen Faktor von einem anderen Gebiet übertragen. Das 30-jährliche Ereignis wurde mit einem Faktor 0.7 und das 300-jährliche Ereignis mit einem Faktor 1.5 multipliziert [6].¹

Im Jahre 2024 wurde die Hydrologie der drei Gewässer durch die Flussbau AG SAH überarbeitet. Nachfolgend sind die neuen Spitzenabflüsse ohne Klimazuschlag (Tabelle 1) und mit Klimazuschlag von 25 % (Tabelle 2) [3] dargestellt.

Tabelle 1: Hochwasserabflüsse ohne Klimazuschlag aus der Hydrologiestudie (2024) [3].

Gewässer	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]
Loueligrabe	3.4	4.8	7.2
Grabehüsibach	3.4	4.8	7.2
Riederegrabe	2.1	3.0	4.5

Tabelle 2: Hochwasserabflüsse aus der Hydrologiestudie mit 25 % Klimazuschlag (2024) [3].

Gewässer	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]
Loueligrabe	4.3	6.0	9.1
Grabehüsibach	4.3	6.0	9.1
Riederegrabe	2.6	3.8	5.5

Geschiebeszenarien

Gemäss der Gefahrenkarte Heimberg (2011) [6] wird das Geschiebe bereits oberhalb des Siedlungsgebietes zurückgehalten. Daher wird im Unterlauf vereinfacht ohne Geschiebe gerechnet.

Schwemmholz

Gemäss der Gefahrenkarte Heimberg (2011) [6] wird das Schwemmholz weitestgehend oberhalb des Siedlungsgebietes zurückgehalten. Dennoch kann Bestockung entlang der Ufer im Siedlungsgebiet zu Verklausungen von Durchlässen und Brücken durch Schwemmholz führen (siehe Fotos in Abbildung 5).

Abbildung 5: Linkes Foto: Waldstrecke direkt unterhalb dem Geschiebesammler (Blick in Fliessrichtung)
Rechtes Foto: Unterhalb Schwachstelle Nr.1 (Blick gegen Fliessrichtung)
Fotos vom 20.09.24, pw



¹ Die Abflüsse gemäss der alten Gefahrenkarte von 2011 [6] betragen bei einem HQ₃₀ 5 m³/s, HQ₁₀₀ = 7.6 m³/s und HQ₃₀₀ = 11.5 m³/s.

5.2 Szenarien

Für die Staukurvenrechnung wurden die Randbedingungen in Kapitel 3.3 berücksichtigt. Nachfolgend werden diese aufgeführt:

- Für die Berechnungen werden die Hochwasserabflüsse mit 25 % Klimazuschlag verwendet (siehe Kapitel 4.2). Mit einer Staukurve wurde der Loueligrabe für ein HQ_{100} mit $6 \text{ m}^3/\text{s}$ und für ein HQ_{300} mit $9.1 \text{ m}^3/\text{s}$ modelliert. Der Zufluss des Grabenhüsibaches wurde mit $2 \text{ m}^3/\text{s}$ angenommen. (siehe Kapitel 3.3)
- Geometrie aus der Machbarkeitsstudie von 2021 [4]
- Einstau durch die Aare bei HQ_{30} mit Einstauhöhe von 547.20 m ü. M.
- Kanalisationsleitung mit $OK = 546.36 \text{ m ü. M.}$
- Geschiebeloser Abfluss mit Geschwemmsel

Diese Randbedingungen stellen eine eher konservative Annahme für die Überprüfung der Machbarkeit dar, da davon auszugehen ist, dass im Rahmen des Projektes die Überdeckung der Kanalisationsleitung reduziert werden kann, die projektierte Sohle tiefer liegt (siehe Abbildung 7, Abbildung 14) und das Gerinne allenfalls mit flacheren Böschungen ausgestaltet werden kann. Zudem muss so dass Gelände nicht so stark aufgeschüttet werden.

5.3 Erforderliche Freibord

Das erforderliche Freibord beschreibt einerseits die Unschärfen in der Berechnung der Wasserspiegellage und andererseits berücksichtigt es Prozesse wie Wellenbildung und Staudruck an Hindernissen sowie den Transport von Treibgut. Das minimale Freibord nach KOHS beträgt 30 cm .

Das erforderliche Freibord wurde gemäss der Empfehlungen der KOHS [11] mit folgendem Ansatz bestimmt:

$$f_e = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2} \leq f_{\max} \quad (1)$$

f_e	erforderliches Freibord
f_{\max}	maximal erforderliches Freibord
f_w	erforderliches Freibord aufgrund von Unschärfen in der Bestimmung der Wasserspiegellage
f_v	erforderliches Freibord aufgrund von Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen
f_t	erforderliches Freibord aufgrund von zusätzlich benötigtem Abflussquerschnitt für Treibgut unter Brücken

Die einzelnen Komponenten werden mit folgenden Ansätzen berechnet:

$$f_w = \sigma_w = \sqrt{\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2} \quad (2)$$

$$\sigma_{wz} = 0.1 \text{ m und } \sigma_{wh} = 0.06 + 0.06 h \quad (3)/(4)$$

(0.1 m, da Ungenauigkeit in der Lage der Sohle)

$$f_v = \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

$$f_t = \text{Abhängigkeit der Beschaffenheit der Brücke und Art und Menge des Schwemmholzes.} \quad (6)$$

f_t für Schwemmholz mit geringen Abmessungen (z.B. Geschwemmsel oder Äste): 0.3 m für die Hauptverkehrsbrücke mit glatter Untersicht und 0.5 m für den Fussgängersteg mit rauer Untersicht.

6 Hochwassergefährdung

6.1 Intensitäten

Für jede Stelle, die durch einen Wasserprozess betroffen ist, wird die Intensität (Fliesstiefe oder Produkt aus Fliesstiefe und -geschwindigkeit) bei der betrachteten Wiederkehrperiode (Jährlichkeit) bestimmt. Die Intensität wird in drei Klassen unterteilt: schwache, mittlere und starke Intensität (Tabelle 3).

Intensitätsklasse	Überflutung	Menschengefährdung
schwach	$h < 0.5 \text{ m}$ und $h v < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	Erwachsene auch im freien Raum sicher
mittel	$h > 0.5 \text{ m}$ oder $h v > 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ und $h < 2 \text{ m}$ und $h v < 2.0 \text{ m}^2/\text{s}$	Menschen im freien Raum gefährdet, in Gebäuden sicher
stark	$h > 2.0 \text{ m}$ oder $h v > 2.0 \text{ m}^2/\text{s}$	Menschen auch in Gebäuden gefährdet

Tabelle 3:
Intensitätsklassen.
 h = Fliesstiefe [m],
 v = Fließgeschwindigkeit
[m/s]. [15]

6.2 Gefahrenmatrix

In Abbildung 8 ist die im Kanton Bern angewendete Gefahrenmatrix des Bundes [14] dargestellt. Diese wird verwendet um die Gefährdungsstufe (erhebliche Gefährdung, mittlere Gefährdung, geringe Gefährdung oder Restgefährdung) aus den ermittelten Intensitäten zu bestimmen.

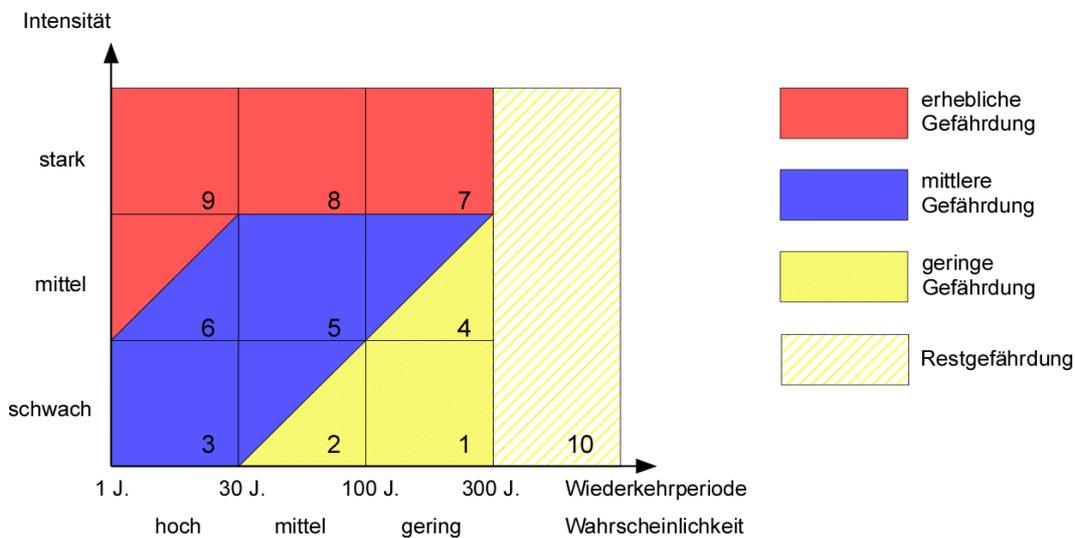


Abbildung 8: Gefahrenmatrix des Kantons Bern mit Ü1-Ü9 (angepasste Abbildung) [14].

6.3 Gefahrensituation gemäss Gefahrenkarte Wassergefahren

Gemäss der Gefahrenkarte von 2011 [6] befindet sich das Gebiet im gelben Gefahrenbereich (Abbildung 9). Im Bereich des Gerinnes ist mit einer mittleren, und im Gerinne mit einer erheblichen Gefährdung zu rechnen. Gemäss Gefahrenkarte kommt es bereits ab einem 30-jährlichen Hochwasserereignis (HQ_{30}) zu Ausuferungen aus dem Gerinne mit schwacher Intensität. Im Gerinne und in unmittelbarer Gerinnenähe muss mit dynamischer Überflutung mit mittlerer Intensität gerechnet werden.

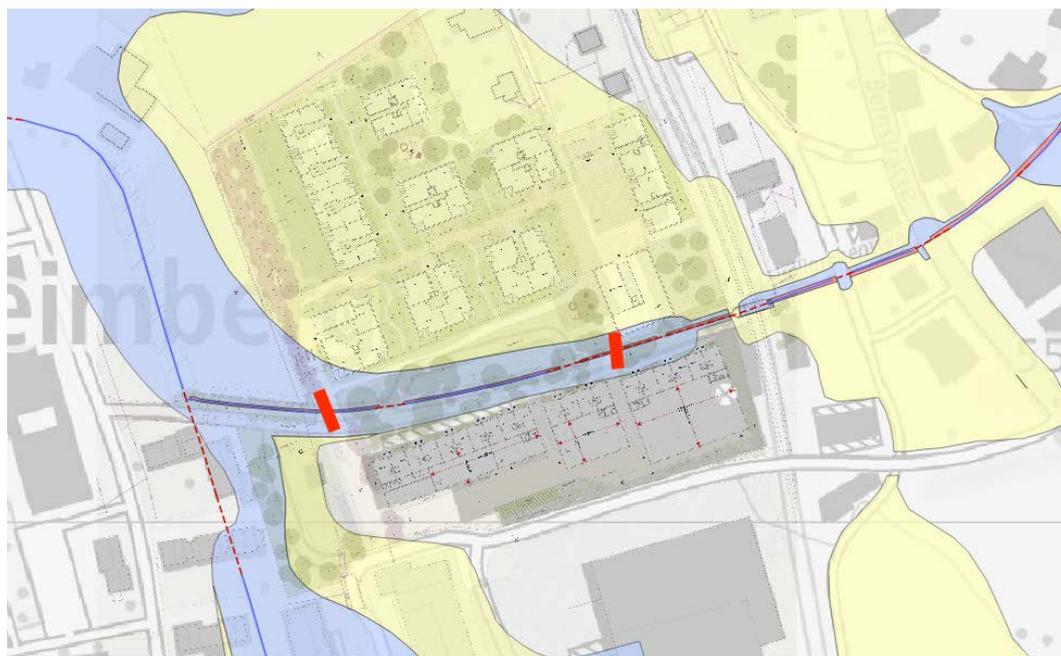


Abbildung 9: Ausschnitt aus der Naturgefahrenkarte [13]. Geplante Brücken in rot und Hintergrund Karte UeO.

Die Intensitätskarten zeigen, dass bereits ab einem HQ_{30} mit Überschwemmungen im Bereich der UeO zu rechnen ist. Dabei handelt es sich um schwache Intensität. Auch bei einem 100- oder 300-jährlichen Hochwasserereignis tritt ausserhalb des Gerinnes lediglich schwache Intensität auf, jedoch mit einer grösseren Ausdehnung (Abbildung 10 - Abbildung 12). Die Abflusskapazität bei der BLS-Linie ist bereits bei einem 30-jährlichen Hochwasserereignis ungenügend. Das Wasser tritt mit schwacher Intensität durch den Schotter über den Bahndamm.

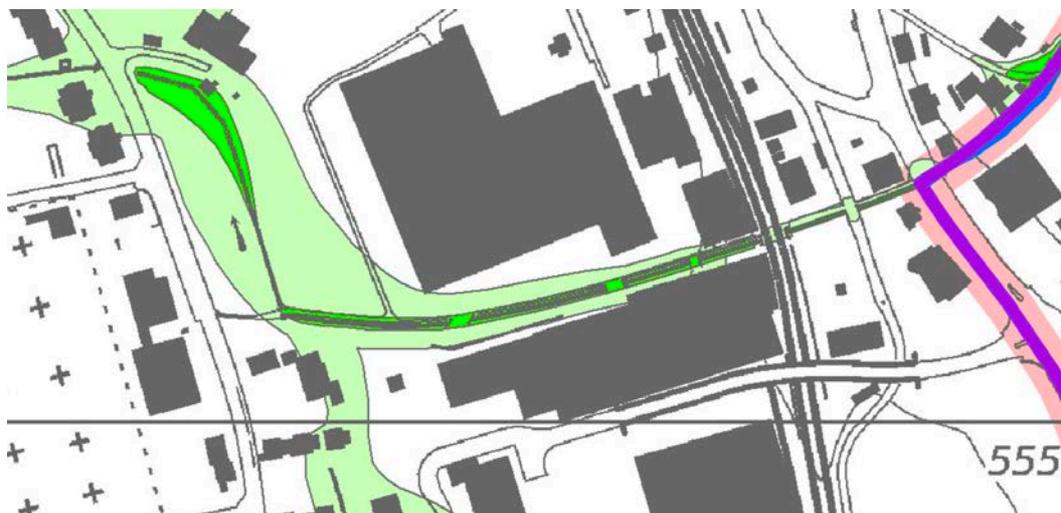
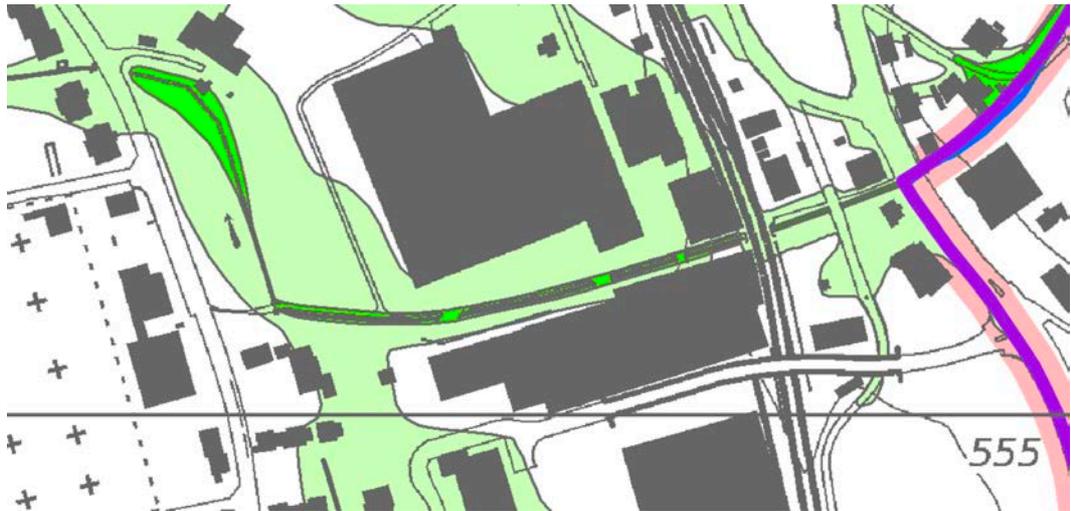


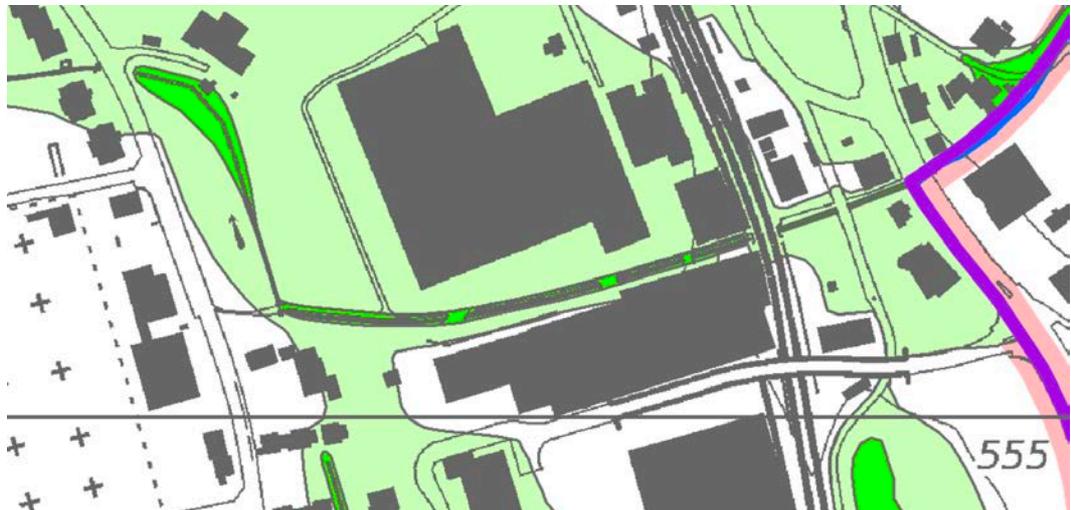
Abbildung 10: Intensitätskarte HQ_{30} aus der Gefahrenkarte Heimberg 2011 [6].

Abbildung 11: Intensitätskarte HQ₁₀₀ aus der Gefahrenkarte Heimberg 2011 [6].



Bei einem 100-jährlichen Ereignis ($Q = 7.6 \text{ m}^3/\text{s}$) kommt es gemäss der Intensitäts- und Gefahrenkarte oberhalb des Bahndammes zu deutlich grösseren Ausuferungen. Im Jahre 2018 wurde in einem Gutachten der notwendige Querschnitt für den Neubau des BLS-Durchlasses definiert. Der neue Durchlass wurde im September 2024 realisiert (Kapitel 3.3) und ist auf eine Abflussmenge von $7.6 \text{ m}^3/\text{s}$ inkl. Freibord von 0.5 m ausgelegt. Dabei wurde der Querschnitt zwar vergrössert, das bestehende Gerinne oberhalb jedoch noch nicht (vgl. auch Kapitel 3.3). Bis zur Realisierung des Hochwasserschutzprojektes der Gemeinde Heimberg bleibt der hydraulische Engpass bei der Unterquerung der BLS-Gleise bestehen.

Abbildung 12: Intensitätskarte HQ₃₀₀ aus der Gefahrenkarte Heimberg 2011 [6].



6.4 Gefahrensituation gemäss Gefährdungskarte Oberflächenabfluss

Gemäss der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss [12] kann Oberflächenwasser eine Gefährdung darstellen (siehe Abbildung 13). Es sind im Bereich der UeO keine präferenziellen Fliesswege auszumachen. Geländemulden sind vorhanden. Der Oberflächenabfluss sollte im Rahmen des Bauprojekts berücksichtigt erneut überprüft werden (sofern es zu Geländemodellierungen kommt).

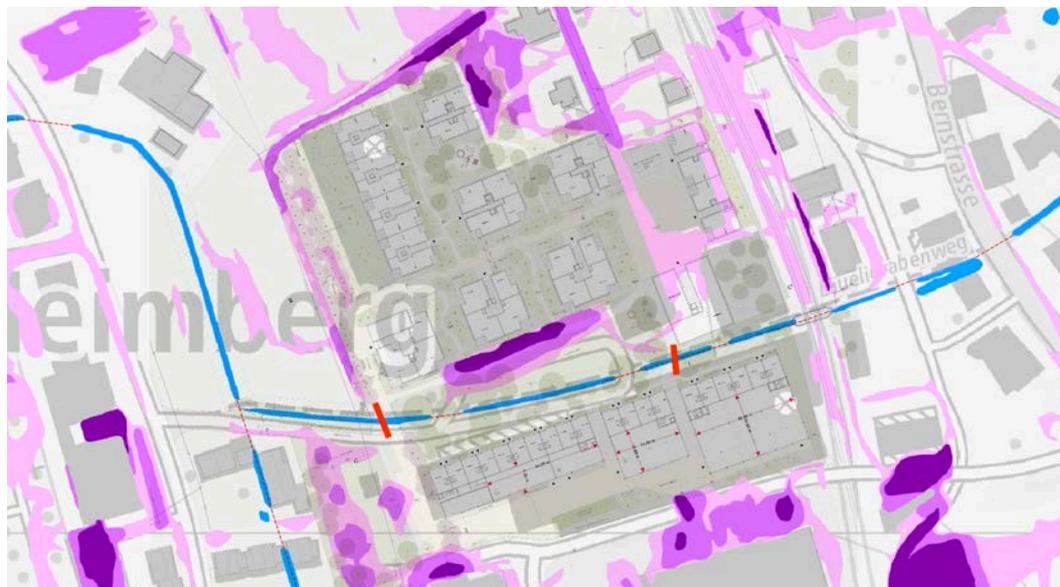


Abbildung 13: Ausschnitt aus der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss [12]. Geplante Brücken (rot) und Hintergrundkarte UeO.

7 Hydraulische Berechnungen

7.1 Staukurve

In Abbildung 14 ist der Wasserspiegel und die Energielinie für das 100- und 300-jährliche Hochwasserereignis in einem Längenprofil dargestellt. Die Fussgänger- und Hauptverkehrsbrücke sind mit den Schutzkoten HQ_{300} ausgewiesen. Die berücksichtigten Randbedingungen (u.a. Kanalisationsleitung mit 1 m Überdeckung) für die Berechnung der Hydraulik wurden in Kapitel 5.1 aufgeführt. Für die Modellierung wurden die Annahmen in Kapitel 5.2 gemacht.

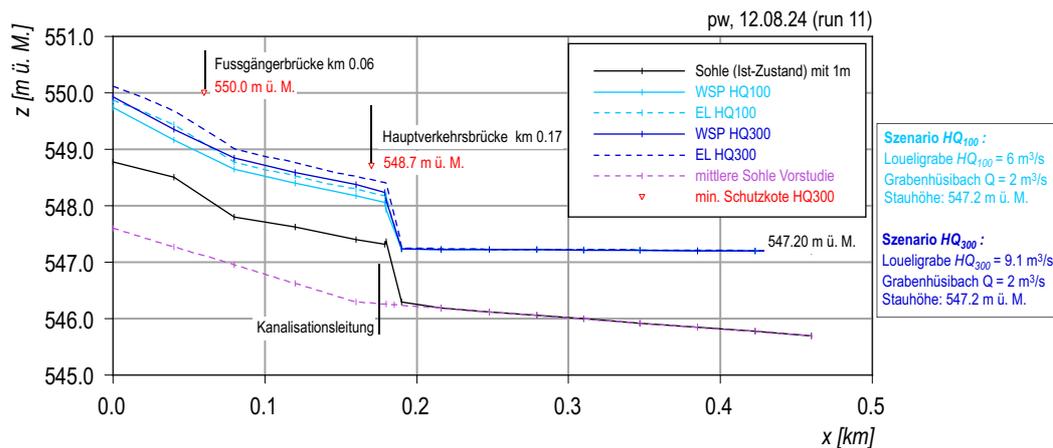


Abbildung 14: Längenprofil der Staukurvenrechnung für ein 100- und 300-jährliches Hochwasserereignis. Die Schutzkoten der beiden Brücken sind ausgewiesen.

7.2 2D - Modellierung

7.2.1 Normalabflussberechnungen, Austrittwassermenge und Freibord

Das Wasser kann gemäss der Gefahrenkarte auch vom nördlichen Bereich über die Bahnlinie in Richtung «Louelipark» gelangen. Die Ausbruchwassermengen wurden anhand von Normalabflussberechnungen und einer Begehung (vom 20.09.24) bestimmt. Aufgrund des glatten Blocksteingerinnes treten sehr hohe Fließgeschwindigkeiten im Loueligraben auf, welche ein unverhältnismässig hohes Freibord nach KOHS zur Folge hätten. Deshalb wird für die Berechnung der Ausbruchwassermenge ein minimales Freibord von 0,5 m angenommen (vgl. Beurteilung von 2018 [7]).

Flussaufwärts der Bahnlinie gibt es mehrere Schwachstellen, welche zu einer Überflutung führen können (Abbildung 15). Die Schwachstellen sind im Anhang B mit Fotos, den berechneten Kapazitäten, sowie den Ausbruchwassermengen aufgeführt.

Die Ausbruchwassermengen betragen bei einem $HQ_{300} = 9,1 \text{ m}^3/\text{s}$ im Loueligraben bis zu $7,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (Durchlass Bahnhofstrasse, siehe Anhang B1). Bei der Feldbegehung wurde beurteilt in welche Richtung das Wasser austreten kann.

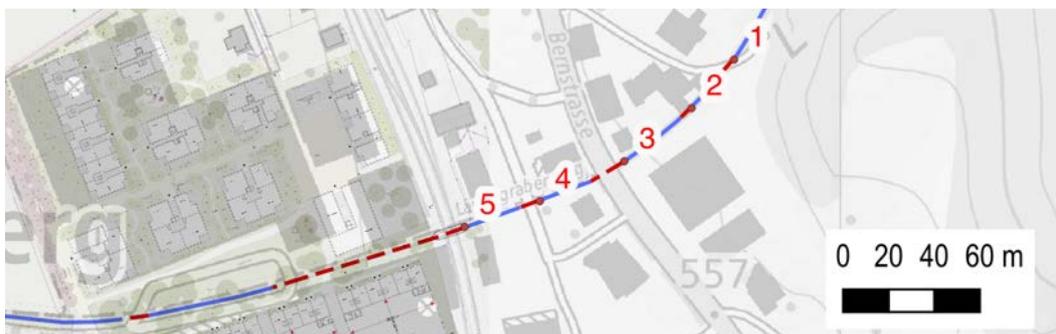


Abbildung 15: Loueligrabe mit betrachteten Schwachstellen oberhalb der Bahnlinie.

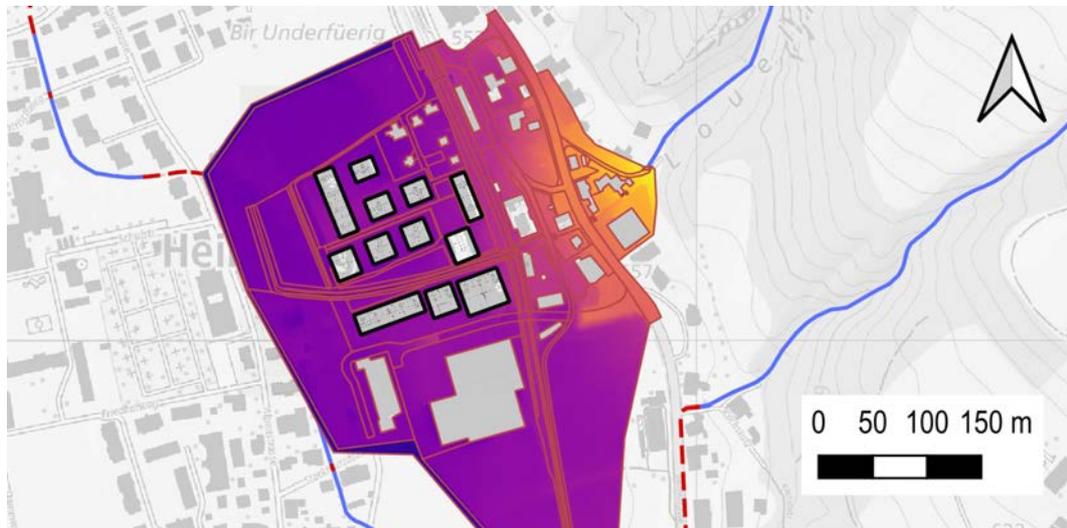
Im Unterstrom der geplanten Überbauung befindet sich eine weitere Schwachstelle (Durchlass Alpenstrasse), welche aber bereits in der Gefahrenkarte Heimberg [6] modelliert wurde und auch in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt wird.

7.2.2 2D-Modell

Für die 2D-Modellierung wurde ein Rechengitter (Abbildung 16) mit den aktuellen Höhendaten von SwissAlti3D (Höhendaten von 2019) erstellt [12]. Hierfür wurden die Gebäude der geplanten UeO im Höhenmodell eingepasst. Das Rechengitter hat im Bereich der UeO Zellengrößen von max. 1 m². Die Strassen wurden als präferentielle Fliesswege angenommen und deshalb 10 cm tiefer gesetzt. Die Gleiserhöhung der BLS (Ausführung September 2024) wurde berücksichtigt. Da der Schotter als durchlässig angenommen werden muss, sind hier keine Anpassungen notwendig.

Das Höhenmodell im Bereich der UeO kann mögliche Höhenungenauigkeiten aufweisen. Um diese Unsicherheit für die weitere Planung zu berücksichtigen, wurde auch für die Gebäude ohne notwendigen Hochwasserschutz eine minimale Schutzhöhe von 30 cm vorgesehen (in Form des minimalen Freibords nach KOHS von 30 cm).

Abbildung 16: 2D Berechnungsgitter für den Loulipark.



8 Variantenstudium

8.1 Variantenübersicht

Für die Bestimmung der minimalen Schutzkote für die Überbauung wurde ein Variantenstudium auf Stufe Konzept durchgeführt. Hierfür wurden mehrere Varianten betrachtet. Variante 1 gibt eine min. Schutzkote für jedes Gebäude der Überbauung vor. Die Varianten 2 funktionieren in Form unterschiedlichen Abflusskorridoren. Die Variante 3 «Rückhalt» wurde bereits vorgängig verworfen (Abbildung 17). Es sind auch Kombinationen vor Varianten und Ergänzungen (z.B. Damm zum Schutz der Gebäude südlich des Loueligrabens) denkbar, was aber zu diesem Zeitpunkt nicht weiter untersucht wird. Es gilt zu beachten, dass im Überlastfall Abflusskorridore auch eine negative Wirkung auf das Abflussverhalten haben können.

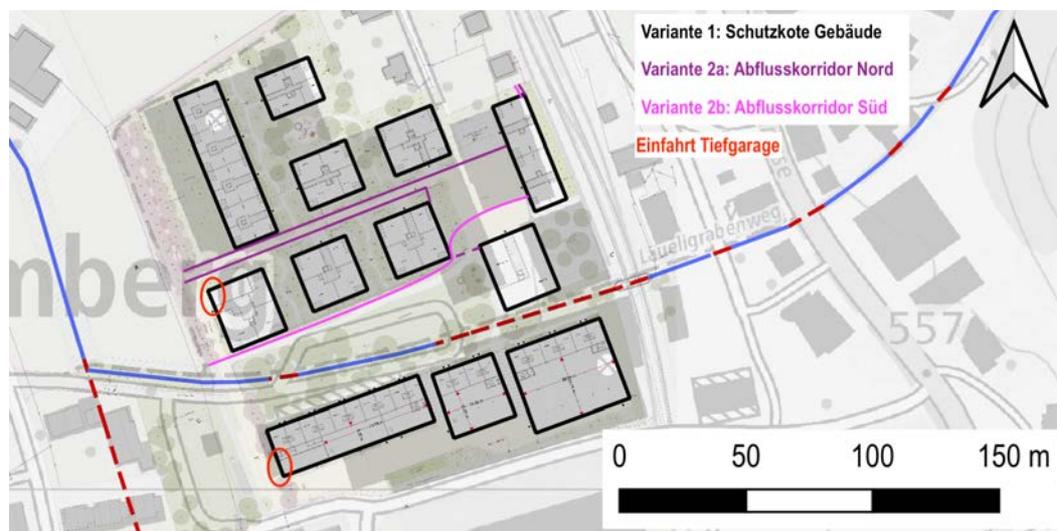


Abbildung 17: Übersicht über die drei betrachteten Varianten.

8.2 Variante 1: Schutzkote Gebäude

Für sämtliche Gebäude ist eine minimale Schutzkote zu definieren. Dies gilt für sämtliche Öffnungen an den Gebäuden (inkl. Garageneinfahrten). Die zu schützenden Gebäude inkl. Einfahrt Tiefgarage (schwarz) sind in Abbildung 17 dargestellt.

8.3 Variante 2a: Abflusskorridor Nord

Das Wasser soll möglichst durch die Überbauung geleitet werden (Abbildung 17). Dies erfolgt mit einem Abflusskorridor zwischen den Gebäuden. Der betrachtete Abflusskorridor weist eine Breite von rund 3 - 4 m auf. Bei dieser Variante kommt es zu Fliesstiefen von ca. 1 - 1.5 m.

Für die Gebäude südlich des Loueligrabens ist eine minimale Schutzkote zu definieren.

8.4 Variante 2a: Abflusskorridor Süd

Das ausgetretene Wasser soll am südlichen Rand des nördlichen Überbauungsgebiets entlang dem Loueligraben flussabwärts geleitet werden. Auch hier treten hohe Fliesstiefen- und Fließgeschwindigkeiten auf.

Für die Gebäude südlich des Loueligrabens ist eine minimale Schutzkote zu definieren.

8.5 Variantenentscheid

Zusammen mit dem Auftraggeber wurde die Variante 1 (minimale Schutzkote für jedes Gebäude) als Bestvariante bestimmt (Besprechung vom 27.09.24). Variante 2a und 2b sollen dabei nicht verworfen werden. Diese sollen zu einem späteren Zeitpunkt nochmals untersucht werden, sofern diese mind. denselben Schutz für die Überbauung gewährleisten können wie Variante 1.

9 Schutzkoten

9.1 Brücken

9.1.1 Hauptverkehrsbrücke

Die minimale Schutzkote für die Hauptverkehrsbrücke liegt für ein 100-jährliches Hochwasserereignis ($HQ_{100} = 6.0 \text{ m}^3/\text{s}$) bei 548.5 m ü. M. und für ein 300-jährliches Hochwasserereignis ($HQ_{300} = 9.1 \text{ m}^3/\text{s}$) bei 548.7 m ü. M. Die Schutzkote liegt unterhalb der gemäss Machbarkeitsstudie vorgesehenen mittleren Brückenunterkante und kann eingehalten werden. (Reserve vorhanden). Der Querschnitt der Hauptverkehrsbrücke ist in Abbildung 18 dargestellt. Die Fundamente liegen ausserhalb des Gewässerraumes. Die hydraulischen Kenngrössen sind im Anhang A1 aufgeführt.

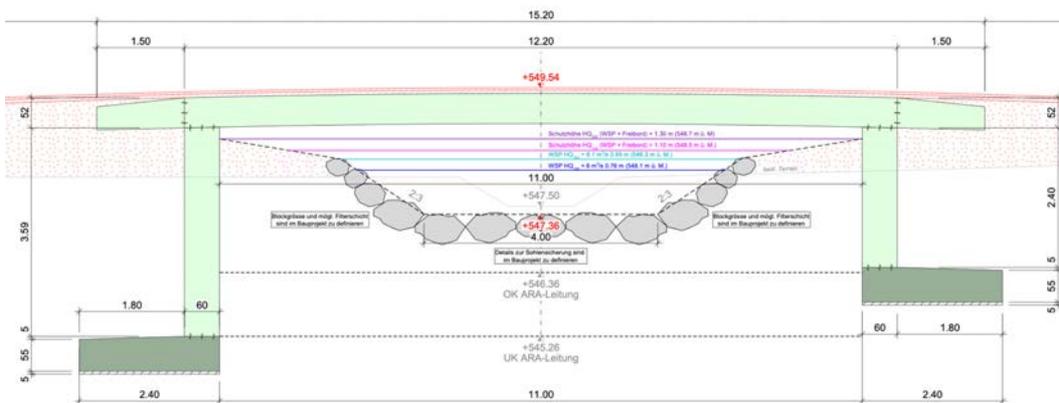


Abbildung 18: Machbarkeit – Querschnitt der Hauptverkehrsbrücke «Louelipark» mit eingezeichneten Schutzkoten HQ_{100} und HQ_{300} . Planentwurf vom 20.09.24 (K+Z AG).

9.1.2 Fussgängerbrücke

Die minimale Schutzkote für die Fussgängerbrücke liegt für ein 100-jährliches Hochwasserereignis ($HQ_{100} = 6.0 \text{ m}^3/\text{s}$) bei 549.8 m ü. M. und für ein 300-jährliches Hochwasserereignis ($HQ_{300} = 9.1 \text{ m}^3/\text{s}$) bei 550.0 m ü. M. Die Schutzkote liegt unterhalb der gemäss Machbarkeitsstudie vorgesehenen mittleren Brückenunterkante und kann somit eingehalten werden. (Reserve vorhanden). Der Querschnitt der Fussgängerbrücke ist in Abbildung 19 dargestellt. Die Fundamente liegen ausserhalb des Gewässerraumes. Die hydraulischen Kenngrössen sind im Anhang A2 aufgeführt.

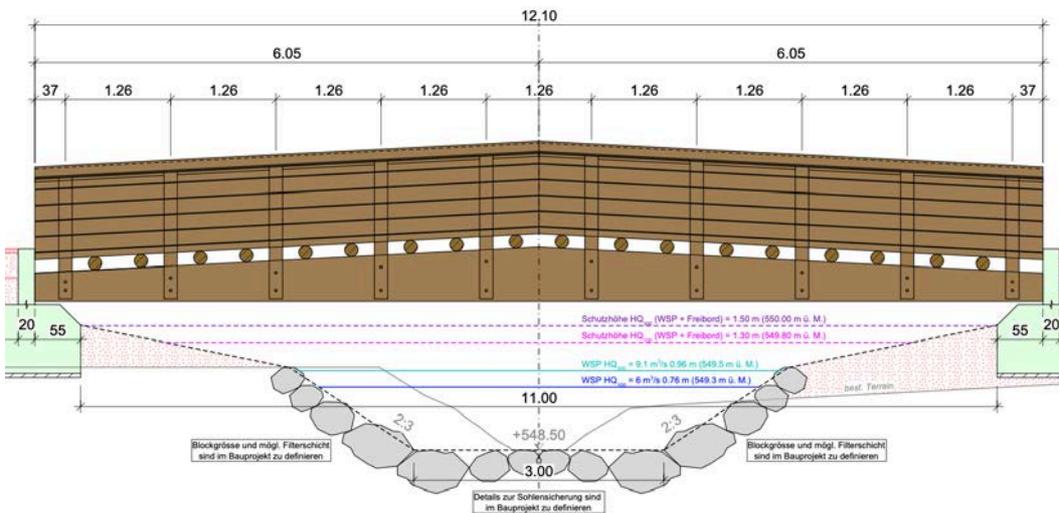


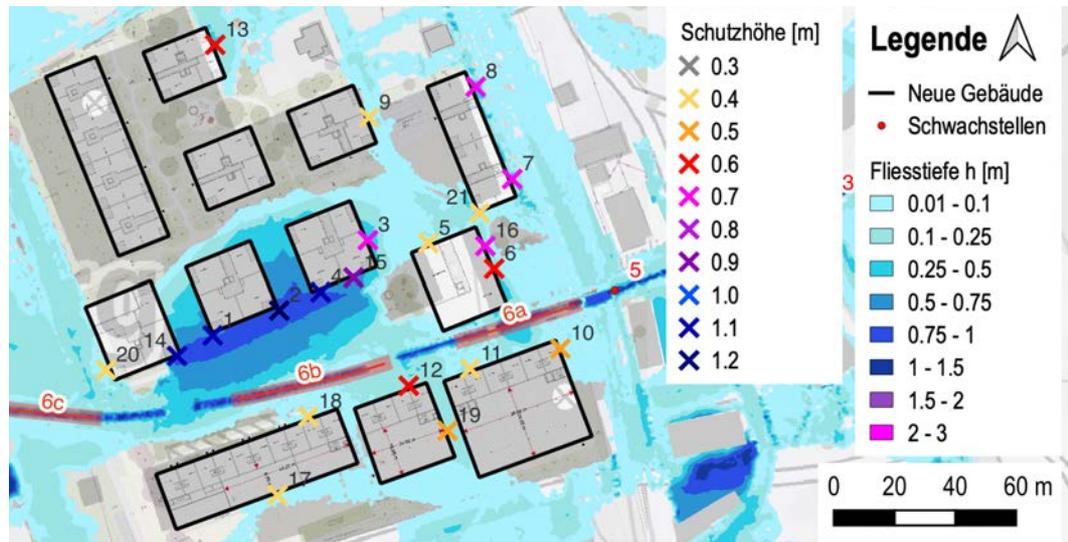
Abbildung 19: Machbarkeit – Querschnitt der Fussgängerbrücke «Louelipark» mit eingezeichneten Schutzkoten HQ_{100} und HQ_{300} . Planentwurf vom 02.07.24 (K+Z AG).

9.2 Überbauung

Die Ergebnisse der 2D-Modellierung (Modellierung der Szenarien in Anhang B2) zeigen, dass das Wasser von mehreren Schwachstellen im Oberstrom in Richtung des UeO-Perimeters fließen kann. Die Fließwege und Fließgeschwindigkeiten für die 2D-Modellierung der Schwachstellen sind im Anhang C ersichtlich.

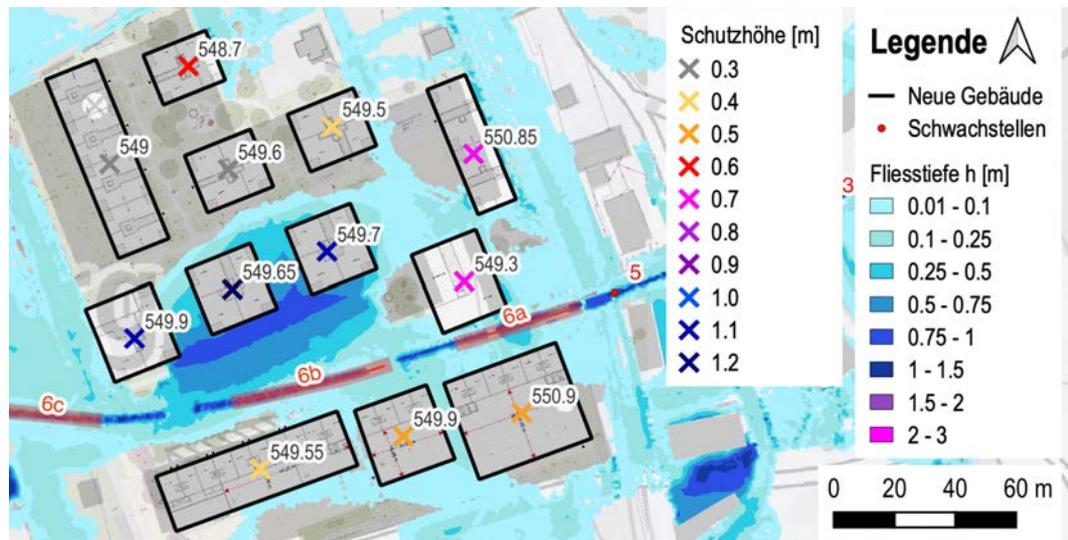
Bei den Gebäuden wurden die max. auftretenden Abflusstiefen- und Geschwindigkeiten an verschiedenen Standorten bestimmt (Abbildung 20). In Tabelle 7 im Anhang sind die ausgewählten Punkte in Abbildung 20 aufgeführt. Da die berechneten Freiborde für die Überbauung kleiner als das minimale Freibord nach KOHS sind, wurde die min. Freibordhöhe von 30 cm verwendet.

Abbildung 20: 2D-Abflussmodellierung der Schwachstellen im Oberstrom für ein HQ₃₀₀. Ein-gezeichnete min. Schutzhöhe an ausgewählten Punkten im Bereich der UeO.



Die minimalen Schutzhöhen (höchste auftretende Abflusstiefe + Freibordhöhe) bzw. Schutzkoten der Gebäude sind in Abbildung 21 dargestellt. Diese minimalen Schutzhöhen betragen je nach Lage des Gebäudes zwischen 0,3 und 1,2 m (mögliche Terrainanpassungen wurden nicht berücksichtigt). Im Bereich der Gebäude mit den höchsten Schutzhöhen gibt es eine Geländemulde.

Abbildung 21: 2D-Abflussmodellierung der Schwachstellen im Oberstrom für ein HQ₃₀₀. Vor-schlag für minimale Schutzkote in m ü. M. der Gebäude.



Die Schutzkoten gemäss Abbildung 21 sollen für die jeweiligen Gebäude in der Überbauungsverordnung (UeV) festgesetzt werden. Für die Gebäude, welche gemäss der 2D-Modellierung nicht betroffen sind, wird eine minimale Schutzkote von 30 cm vorgeschlagen. Dies weil die vorhandenen Unsicherheiten in Bezug auf das verwendete Terrainmodell relativ gross sind. Die Schutzkoten in m ü. M. variieren teilweise stark, deshalb ist eine erneute Überprüfung dieser Schutzkote im späteren Projektverlauf vorzunehmen (z. B. das Terrain im Bereich des südöstlichsten Gebäudes mit der Schutzkote 550.9 m ü. M. variiert um mehr als 1 m). In der UeV ist zu vermerken, dass die angegebenen Schutzkoten Maximalwerte darstellen und bei entsprechenden Nachweisen unterschritten werden dürfen.

10 Hochwassersicherheit und Beurteilung

10.1 Massnahmen

Der Ausbau des zukünftigen HWS-Projekts der Gemeinde erfolgt voraussichtlich auf ein 100-jährliches Hochwasserereignis HQ_{100} . Bei grösseren Ereignissen kann es im gesamten Siedlungsgebiet zu Ausuferungen kommen.

Die nachfolgenden Massnahmen sind umzusetzen, um den Schutz bis zu einem 300-jährlichen Hochwasserereignis (u.a. Oberflächenabfluss) zu gewährleisten.

Massnahmen:

- Einhaltung der Schutzkote 548.7 m ü. M. für ein $HQ_{300} = 9.1 \text{ m}^3/\text{s}$ der Hauptverkehrsbrücke (siehe Kapitel 9.1.1).
- Einhaltung der Schutzkote 550.0 m ü. M. für ein $HQ_{300} = 9.1 \text{ m}^3/\text{s}$ der Fussgängerbrücke (siehe Kapitel 9.1.2).
- Die minimalen Schutzkoten für sämtliche Gebäude sind gemäss Abbildung 21 einzuhalten (siehe Kapitel 9.2). Verzicht auf bodennahe Gebäudeöffnungen unterhalb der min. Schutzkote (z.B. Lichtschächte, Lüftungsöffnungen, Fenster, Türen, Garageneinfahrt). In Form einer Geländemodellierung, Anhebung o.ä. ist die Schutzkote sicherzustellen.

Optionale und empfohlene Massnahmen:

- Gebäudeöffnungen nicht bachseitig vorsehen.
- Das Gelände um die Gebäude ist abfallend zu gestalten, so dass Wasser vom Gebäude wegfließen kann (z.B. Oberflächenabfluss).
- Verhindern von Kanalisations-Rückstau (z.B. mit Rückstauklappen).

Bevor eine Umsetzung der Massnahmen erfolgt, sind die Randbedingungen im Rahmen eines Gefahrengutachtens erneut zu überprüfen und ggf. anzupassen. Mit entsprechenden Nachweisen der Hochwassersicherheit kann von diesen Massnahmen abgewichen werden.

Einige Annahmen wurden für die Machbarkeitsabklärungen getroffen, welche mehrheitlich konservativ sind, daher ist eine Überarbeitung der Massnahmen im Rahmen des Bauprojektes auch aus Kostengründen sinnvoll. (z.B. Zur Optimierung könnten einige Gebäude (südlich des Loueligrabens) mit einer Geländemodellierung geschützt werden.

10.2 Verhalten bei Überlastung

Kommt es bei einem Extremereignis zu einem Versagen des Geschieberückhaltebauwerks im Oberstrom des Loueligrabens, kann es zur Übersarung des oberliegenden Gebiets bis zur Bahnlinie kommen und Geschiebe im Bereich des Loueligrabens ablagern (Ablagerungen auch im Abschnitt der UeO möglich). Dadurch kann das Wasser nicht mehr im Gerinne abfließen und es kommt zur Ausuferung. Es ist davon auszugehen, dass das Wasser in die bodennahe Gebäudeöffnungen und Eingänge wie z.B. Garageneinfahrten gelangen kann.

Kann der Rückhaltebereich des Grabenhüsibachs das Wasser nicht mehr zurückhalten ist davon auszugehen, dass das Wasser südlich der neuen Überbauung zur Überschwemmung führen kann. Der Bereich der UeO würde dabei nur am Rande tangiert werden.

10.3 Gefahrenverlagerung

Aufgrund der heute bestehenden Industriegebäude der Rigips wird die Gefahrensituation kaum verändert. Das Gebiet wird tendenziell «durchlässiger», da die neuen Gebäude

weniger bis in etwa die gleiche Fläche einnehmen. Es ist nicht von einer Gefahrenverlagerung auszugehen.

10.4 Beurteilung bei einer Überbauungsordnung

Gemäss Art. 6 BauG des Kantons Bern [9] gilt es im Gefahrengebiet mit blauer Gefahrenstufe (mittlere Gefährdung) folgendes zu berücksichtigen: In der Bauzone ist bei nicht überbautem Gebiet in der Ortsplanung das Belassen in der Bauzone möglich, jedoch nur in Form einer Ausnahme (Fall Nr. 5). Ausnahmen dürfen nur mit grösster Zurückhaltung und gestützt auf eine sorgfältige und sachbezogene Interessenabwägung vorgesehen werden. Zu berücksichtigen sind die nachfolgend aufgeführten Punkte, zudem ist eine kurze Beurteilung zu den Punkten aufgeführt (Tabelle 4).

Tabelle 4: zu berücksichtigende Punkte bei der Beurteilung in der Ortsplanung. [9]

Zu berücksichtigende Punkte bei der Beurteilung in der Ortsplanung	Beurteilung
Die Möglichkeiten der Gemeinde, an anderen Standorten Bauzone für die vorgesehene Zweckbestimmung zu bezeichnen.	Keine Alternativen Standortmöglichkeiten vorhanden.
Die Lage der Bauzone im Siedlungsgebiet: Eine Bauzone ist eher möglich im bereits weitgehend überbauten Gebiet als am Siedlungsrand.	Befinden uns im dicht überbauten Gebiet inmitten des Siedlungsgebiets.
Die Gefahrenstufe: Eine Bauzone ist eher zulässig an der Grenze zum gelben als an der Grenze zum roten Gefahrengebiet.	Das Gewässer fliesst mitten durch die UeO. Die blaue Gefahrenstufe wird nur am Rande tangiert, ein Grossteil befindet sich Bereich der gelben Gefahrenstufe.
Das Ausmass des durch die Bauzonenausscheidung ermöglichten Schadenpotenzials (Art der Nutzung; Gefährdung von Mensch und Tier ausserhalb der Gebäude; Nutzungsbeschränkungen): Diese ist möglichst klein zu halten.	Bei den Gebäuden sind ausser bei der Tiefgarage keine sensiblen Nutzungen vorgesehen. Es ist sicherzustellen, dass keine grösseren Steuerungs- und Computeranlagen oder ein Gebäude mit besonders vielen Personen (z.B. Kindergarten) geplant werden. Anderenfalls sind Massnahmen vorzusehen.
Die technische Machbarkeit, die räumliche Verträglichkeit und die Folgekosten für Schutzmassnahmen. Dabei ist zu beachten, dass gemäss geltender Wasserbau- und Waldgesetzgebung für Massnahmen zum Schutz von Bauten und Anlagen in bekannten Gefahrengebieten von Bund und Kanton keine Beiträge gewährt werden.	Die technische Machbarkeit wird im Rahmen dieses Gutachtens abgehandelt. Die Kosten für die HWS-Massnahmen gehen zu Lasten des Bauherrn.

10.5 Beurteilung der kommunalen und kantonalen Auflagen

Nachfolgend sind die in Kapitel 3.2 gemachten Auflagen mit Beurteilung aufgeführt:

Kommunale Auflagen

- Die Brücken inkl. Fundamente sollen ausserhalb des GWR zu liegen kommen.
-> Die Widerlager der Brücken befinden sich ausserhalb des Gewässerraums (Abbildung 18 und Abbildung 19) (lichte Weite entspricht mind. dem GWR).
- Fachgutachten Naturgefahren für die beiden Querungen (Anforderung an die Hochwassersicherheit)
-> Das Fachgutachten wurde auf Stufe Machbarkeit durchgeführt. Auf Stufe Bauprojekt ist eine erneute Überprüfung notwendig.
- Abstimmung mit dem HWS-Projekt in Heimberg mit der Gemeinde
-> Der aktuellste Projektstand des HWS-Projektes wurde berücksichtigt. (Start Vorprojekt Ende 2024)
- Technische Machbarkeit der Übergänge prüfen (Lage, Breite, Länge und Längsprofil)
-> Die notwendigen Schutzkoten und Abflussquerschnitte werden durch das vorliegende Gutachten bestimmt und ist im momentanen Projektstand eingehalten. Die Technische Machbarkeit der Brücke (Länge, Breite, etc.) wird durch K+Z AG sichergestellt.
- Bedarf von Massnahmen an angrenzende Gebäude
-> Es sind keine Massnahmen an angrenzenden Gebäuden ausserhalb der UeO notwendig, da es zu keiner Gefahrenverlagerung kommt. Die Heute bestehenden Gebäude sind grösser und undurchlässiger als die geplante UeO. Sobald die Terrainverhältnisse der Grünanlagen bekannt sind ist eine erneute Prüfung notwendig.
- Massnahmen für den Hochwasserschutz verbindlich in der UeV festlegen.
-> Im Rahmen des Projektes ist ein Gefahrgutachten auszuarbeiten. Dabei sind sämtliche Randbedingungen erneut zu prüfen. Ein Textbaustein für die UeV wird in Kapitel 10.6 vorgeschlagen.

Kantonale Auflagen

Folgende Genehmigungsvorbehalte wurden in Bezug auf Naturgefahren gemacht:

- «Die technische Machbarkeit der beiden neuen Übergänge ist aus Sicht Wassergefahren und Wasserbau zu prüfen und im Erläuterungsbericht darzulegen.» (vgl. Stellungnahme Gemeinde Heimberg, Kommunale Auflage)
-> Dies wurde bei den kommunalen Auflagen bereits behandelt.
- «Im Erläuterungsbericht wird zudem aufgeführt, dass bei Gebäuden, die an gefährdete Bereiche grenzen, bei der Anordnung von bodennahen Gebäudeöffnungen der Hochwassersituation Rechnung zu tragen ist. Es muss daher bereits im Rahmen der Überbauungsordnung aufgezeigt werden, ob entsprechende Massnahmen ergriffen werden müssen. Allfällig erforderliche Massnahmen müssen in den Überbauungsvorschriften festgelegt werden.»
-> Dies wurde bei den kommunalen Auflagen bereits behandelt.

10.6 Vorschlag für Auflagen in Überbauungsvorschriften (UeV)

Nachfolgend ein möglicher Vorschlag für den Textbaustein in die Überbauungsvorschrift.

Um den Schutz der Überbauung «Louelipark» bis zu einem 300-jährlichen Hochwasserereignis zu gewährleisten sind die nachfolgenden Massnahmen 1 und 2 umzusetzen.

- 1. Einhaltung der Schutzkote von 548.7 m ü. M. der Hauptverkehrsbrücke und Einhaltung der Schutzkote von 550.0 m ü. M. der Fussgängerbrücke.*
- 2. Die minimalen Schutzkoten für sämtliche Gebäude sind gemäss «Heimberg Louelipark, Gutachten – Wassergefahren» (Flussbau AG SAH, 22.10.2024, Abbildung 21) einzuhalten. Diese dürfen nur bei entsprechenden Nachweisen der Hochwassersicherheit unterschritten werden.*
- 3. Es sind permanente Objektschutzmassnahmen umzusetzen. Aufgrund der kurzen Vorwarnzeiten ist auf mobile Massnahmen zu verzichten.*

Auf bodennahe Gebäudeöffnungen unterhalb der min. Schutzkote ist zu verzichten (z.B. Lichtschächte, Lüftungsöffnungen, Fenster, Türen, Garageneinfahrt). Die detaillierte Ausgestaltung dieser Massnahmen ist im Bauprojekt auszuarbeiten. Nur mit entsprechenden Nachweisen der Hochwassersicherheit kann von den Massnahmen abgewichen werden.

11 Schlussfolgerung

Bei der geplanten Bebauung gemäss der Überbauungsordnung «Louelipark», handelt es sich um ein sensibles Objekt, teilweise im blauen Gefahrengebiet. Daher ist die Gefährdung durch Wassergefahren und allfällig erforderliche Massnahmen zum Schutz der Gebäude abzuklären.

Um den Schutz bis zu einem 300-jährlichen Hochwasserereignis sicherzustellen sind Massnahmen erforderlich.

Die geplanten Brücken sind auf ein 300-jährliches Hochwasserereignis auszubauen. Der minimal erforderliche Querschnitt für die Brücken und die Schutzkoten sind in Kapitel 10.1 aufgeführt. Diese können mit den geplanten Brücken eingehalten werden. Mit der Einhaltung von min. Schutzkoten für die Gebäude kann der Hochwasserschutz sichergestellt werden. Unterhalb dieser Schutzkoten sind bodennahe Öffnungen zu vermeiden. Die detaillierten Massnahmen sind im Rahmen des Bauprojektes auszuarbeiten.

Aufgrund der getroffenen Annahmen ist davon auszugehen, dass sich im Rahmen des Bauprojekts die Schutzkoten durch veränderte Randbedingungen ändern können.

Sämtliche Massnahmen sind im Rahmen des Bauprojektes zu überprüfen. Mit entsprechenden Nachweisen kann von den in diesem Bericht empfohlenen Massnahmen abgewichen werden.

Weiter gilt es zu beachten, dass die Realisierung des Hochwasserschutzprojekts Loueligraben, zu einer Veränderung der Gefahrensituation führt (tendenziell führt das zu einer Verbesserung und die berechneten Schutzkoten können reduziert werden).

Anhang A – Abfluss- und Freibordberechnungen

Anhang A1 – Hauptverkehrsbrücke

	Einheit	Hauptverkehrsbrücke	
		HQ_{100}	HQ_{300}
Bemessungsabfluss Q	m ³ /s	6.0	9.1
Froude Zahl Fr	-	0.62	0.65
Abflusstiefe h	m	0.76	0.95
Fliessgeschwindigkeit v	m/s	1.5	1.8
Fehlerschätzung			
Unschärfe in der Sohlenlage σ_{wz}	m	0.1	0.1
Unschärfe in der Wasserspiegellage σ_{wh}	m	0.11	0.12
Teilfreiborde			
Teilfreibord f_w	m	0.15	0.15
Teilfreibord f_v	m	0.12	0.16
Teilfreibord f_t	m	0.3	0.3
Erforderliches Freibord			
Brücke f_e	m	0.35	0.37
Kote Sohle	m ü. M.	547.36	547.36
Kote WSP	m ü. M.	548.12	548.31
Schutzkote gerundet	m ü. M.	548.5	548.7

Anhang A2 - Fussgängerbrücke

	Einheit	Fussgängerbrücke	
		HQ_{100}	HQ_{300}
Bemessungsabfluss Q	m ³ /s	6.0	9.1
Froude Zahl Fr	-	0.81	0.82
Abflusstiefe h	m	0.76	0.96
Fliessgeschwindigkeit v	m/s	1.9	2.2
Fehlerschätzung			
Unschärfe in der Sohlenlage σ_{wz}	m	0.1	0.1
Unschärfe in der Wasserspiegellage σ_{wh}	m	0.11	0.12
Teilfreiborde			
Teilfreibord f_w	m	0.15	0.15
Teilfreibord f_v	m	0.19	0.25
Teilfreibord f_t	m	0.5	0.5
Erforderliches Freibord			
Brücke f_e	m	0.55	0.58
Kote Sohle	m ü. M.	548.5	548.5
Kote WSP	m ü. M.	549.26	549.46
Schutzkote gerundet	m ü. M.	549.8	550.0

Anhang B – Schwachstellen

Anhang B1 – Ausbruchwassermengen

Tabelle 5: Kapazität, Ausbruchwassermenge, 2D Modellierung (ja/nein) und Schwachstellennummer und Lage bei der 2D-Modellierung. Abfluss ist ein HQ300 = 9 m³/s unter Annahme eines Freibords f=0.5 m.

Nr.	Kapazität [m ³ /s]	Ausbruch- wassermenge [m ³ /s]	2D Modell	Modellierung 2D (SS Nr.)			Bemerkung	Standort
				links	mitte	rechts		
1	4.2	4.9	ja	711	712	713	Ausbruch rechts	Brücke
2	10	-	nein	721	722	723	kein Ausbruch	Brücke
3	4.4	4.7	nein	731	732	733	Ausbruch links	Brücke
4	1.3	7.8	ja	741	742	743	Ausbruch links	Brücke
5	2.6	6.5	ja	751	752	753	Ausbruch mitte	Brücke
6a	4.0*	5.1	ja		762		Ausbruch mitte	Gerinne
6b	4.0*	5.1	ja		764		Ausbruch mitte	Gerinne
6c	4.0*	5.1	ja		766		Ausbruch mitte	Gerinne

*gemäss GK Heimberg 2011

Anhang B2 - Fotos

Tabelle 6: Bilder der relevanten Schwachstellen am Loueligraben Nr.1 – Nr.6.



Nr. 1, Blick in Fließrichtung



Nr. 2, Blick in Fließrichtung



Nr. 3 (Bernstrasse), Blick in Fließrichtung



Nr. 4 (Bahnhofstrasse), Blick in Fließrichtung

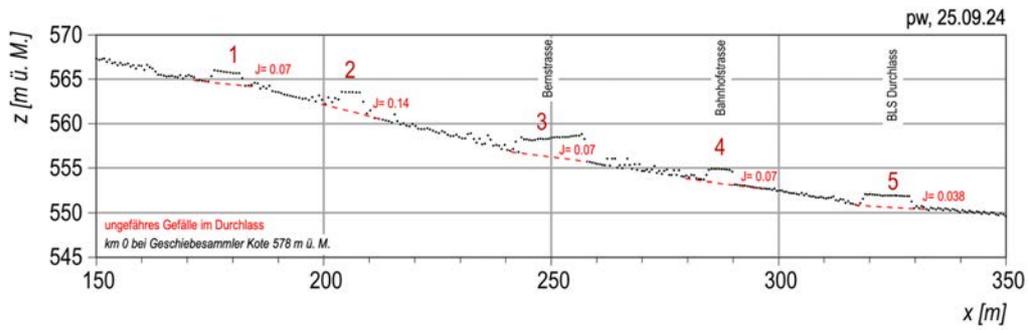


Nr. 5 (BLS-Durchlass), Blick in Fließrichtung



Nr. 6 Gerinne, Blick gegen Fließrichtung

Anhang B3 – Längsenprofil Loueligraben



Anhang C – Schutzkoten und Ergebnisse der 2D-Modellierung

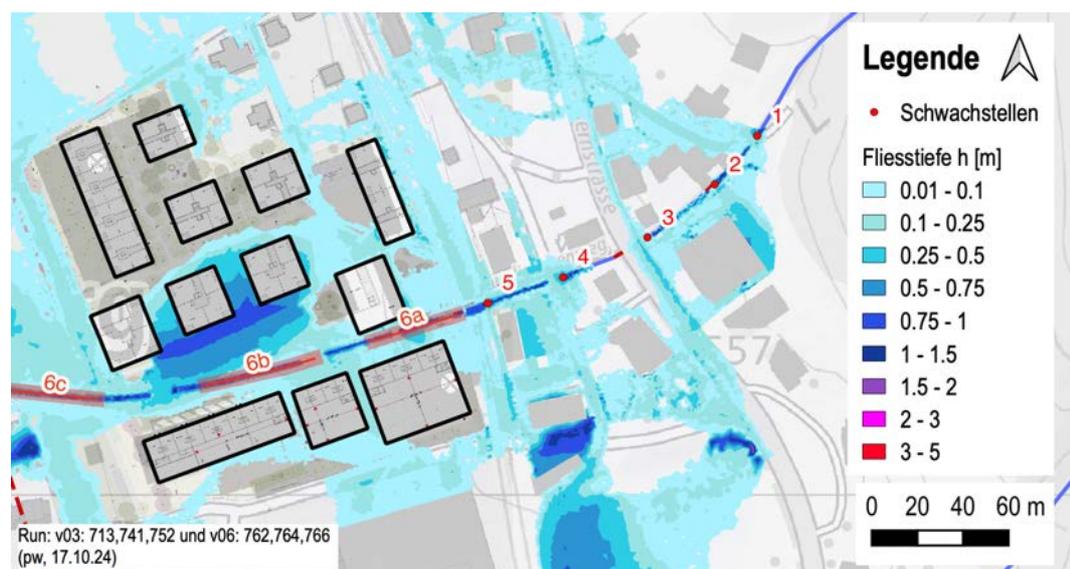
Anhang C1 – Schutzkoten

Tabelle 7: Ergebnisse der 2D-Modellierung inkl. berechnete Freiborde. (Schutzhöhe = min. Freibord + Abflusstiefe)

fid	x	y	z [m ü. M.]	h [m]	v [m/s]	fe Damm [m]	min. Freibord [m]	Schutz- höhe [m]	Schutz- höhe gerundet [m]
1	2612703	1182069	548.27	0.75	0.46	0.15	0.3	1.05	1.1
2	2612725	1182078	548.19	0.83	0.86	0.15	0.3	1.13	1.2
3	2612754	1182101	548.76	0.37	0.30	0.13	0.3	0.67	0.7
4	2612738	1182084	548.26	0.76	0.84	0.15	0.3	1.06	1.1
5	2612774	1182100	549.55	0.05	0.60	0.12	0.3	0.35	0.4
6	2612796	1182091	550.20	0.30	1.78	0.21	0.3	0.6	0.6
7	2612802	1182121	550.38	0.32	0.35	0.13	0.3	0.62	0.7
8	2612790	1182152	550.41	0.40	0.22	0.13	0.3	0.7	0.7
9	2612754	1182141	548.97	0.06	0.48	0.12	0.3	0.36	0.4
10	2612817	1182065	551.09	0.13	0.93	0.13	0.3	0.43	0.5
11	2612788	1182058	549.64	0.08	1.95	0.23	0.3	0.38	0.4
12	2612768	1182053	549.26	0.22	0.87	0.13	0.3	0.52	0.6
13	2612704	1182166	547.40	0.24	0.12	0.12	0.3	0.54	0.6
14	2612691	1182062	548.27	0.72	0.17	0.14	0.3	1.02	1.1
15	2612749	1182088	548.42	0.60	1.11	0.15	0.3	0.9	0.9
16	2612793	1182099	549.88	0.23	2.64	0.38	0.3	0.61	0.7
17	2612724	1182016	549.21	0.02	0.35	0.12	0.3	0.32	0.4
18	2612734	1182042	549.21	0.02	0.26	0.12	0.3	0.32	0.4
19	2612780	1182038	549.36	0.16	0.28	0.12	0.3	0.46	0.5
20	2612668	1182058	548.21	0.01	0.64	0.12	0.3	0.31	0.4
21	2612791	1182110	549.78	0.09	2.12	0.26	0.3	0.39	0.4

Anhang C2 – 2D-Modellergebnisse

Abbildung 22: Max. Abflusstiefe der 2D-Abflussmodellierung der Schwachstellen im Oberstrom für ein HQ₃₀₀. (Modellläufe: 713, 741, 752, 762, 764, 766).



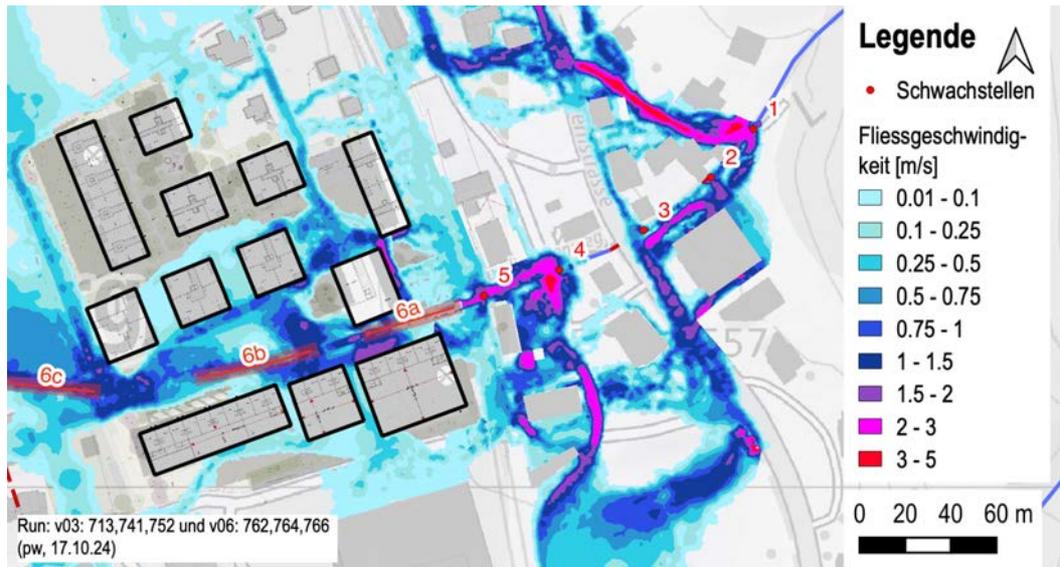


Abbildung 23: Max. Fließgeschwindigkeit der 2D-Abflussmodellierung der Schwachstellen im Oberstrom für ein HQ₃₀₀. (Modellläufe: 713, 741, 752, 762, 764, 766).