



Wasserbauplan
Beilage C.4.4

Gemeinde	Bern
Erfüllungspflichtige	Stadt Bern
Gewässernummer	37
Gewässer	Aare

Dossier-Datum	08.01.2021
Revidiert	
Projekt-Nr.	
Format	A4 / A3
Freigabe	D. Brügger

Datum	Rev.	08.01.2021	
-------	------	------------	--

Hochwasserschutz Aare Bern Gebietsschutz Quartiere an der Aare

Unterlage

Gefahrenkarte nach Massnahmen

Projektverfassende



KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER USIC

BRUNNHOFWEG 37 | 3000 BERN 14

Wasserbauplangenehmigung:

Impressum

Auftragsnummer	599070 (Projektnummer Stadt Bern)
Auftraggeber	Stadt Bern
Datum	17.11.2020
Version	1.2
Autoren nach Firma, alphabetisch	C. Staub, B. Richli (Kissling + Zbinden AG)
Freigabe	D. Brügger
Verteiler	Dossier Vorprüfung
Datei	J:\06 Wasserbau\6.073.19 HWS Aare Bern, Anp. GK nach Massnahmen\10 Ber\6.073.19_NGK n Massn_Kurzbericht KZAG_V1.2_2020-11-17.docx
Seitenanzahl	22
Copyright	© Generalplanerteam HWS Aarebogen , p.A. Emch+Berger AG Bern

INHALT

0	Prämisse	1
0.1	Darstellung der Änderungen	1
0.2	Angepasster Inhalt	1
1	Einleitung	1
1.1	Auftrag und Problemstellung	1
1.2	Systemdefinition und Abgrenzung	2
2	Grundlagen	3
3	Szenarien Gefahrenbeurteilung	4
3.1	Projekt HWS Aare Bern	4
3.2	Hochwassermengen und hydraulische Modellierungen Aare	4
3.3	Massgebende Wasserspiegellagen Wsp''	4
3.4	Schwachstellenanalyse	5
3.5	Verklausungen	5
4	Verfahren und Methoden	6
4.1	Umgang mit mobilen Schutzmassnahmen und Interventionsmassnahmen	6
4.2	2D-Überflutungsmodellierung	6
4.3	Gutachterliche Beurteilung	7
5	Gefahrenbeurteilung	8
5.1	Erarbeitung Intensitätskarten	8
5.2	Gefahrenbeurteilung Gebiete (Intensitätskarten)	8
5.3	Erarbeitung Gefahrenkarte nach Massnahmen	10
5.4	Auswirkungen der Projektänderungen auf die Gefahrenbeurteilung	11
6	Fazit / Schlussfolgerung	14
Anhang A: Massgebliche Wasserspiegellagen Aare		1
Anhang B: 2D-Überflutungsmodellierungen Marzili / Matte		2
Anhang C: Intensitätskarten nach Massnahmen Methode Gefahrenkarte		3
Anhang D: Intensitätskarten nach Massnahmen Methode Risikoanalyse		4
Anhang E: Gefahrenkarte nach Massnahmen (Verschnitt Intensitätskarten Methode Naturgefahrenkarte, Anhang C)		5

0 Prämissen

0.1 Darstellung der Änderungen

Inhaltliche Änderungen im vorliegenden Fachbericht gegenüber der Auflage 2018 (=Projektänderungen) sind wie folgt dargestellt:

- ~~— Alter Text / fällt weg / ungültig~~
- **Neuer Text / Angepasste Angaben**

0.2 Angepasster Inhalt

Angepasst sind Textpassagen/Grafiken in folgenden Kapiteln:
1.1 / 5.2.4 / 5.4

1 Einleitung

1.1 Auftrag und Problemstellung

Die Gefahrenkarte Aareraum vom Okt. 2016 [4] zeigt für die Stadt Bern die Gefährdung durch die Aare vor der Realisierung von Hochwasserschutzmassnahmen auf. Im Rahmen dieses Auftrages ist die Gefahrenkarte für die Aare nach Umsetzung der im Rahmen des Projekts „Hochwasserschutz Aare Bern, Gebietsschutz Quartiere an der Aare“ geplanten Massnahmen auszuarbeiten.

Die Projektmassnahmen entlang der Aare beinhalten neben permanenten auch vielerorts mobile Schutzsysteme, welche nicht dauerhaft eingesetzt sind. Gemäss gängiger Methodik zur Erarbeitung von Gefahrenkarten nach PROTECT [7], darf die Wirkung von mobilen Schutzmassnahmen bei der Erarbeitung der Gefahrenkarte nach Massnahmen nicht berücksichtigt werden, da eine menschliche Intervention zur Entfaltung der Schutzwirkung notwendig ist. Dies hat zur Folge, dass in der Gefahrenkarte nach Massnahmen die durch mobile Massnahmen geschützten Bereiche vielerorts auch nach Umsetzung des Hochwasserschutzprojekts im Gefahrenbereich verbleiben.

Um die Projektwirksamkeit aufzuzeigen, wird im Rahmen dieses Auftrags die Gefährdungssituation auch unter Berücksichtigung der mobilen Schutzmassnahmen beurteilt. Es werden somit Intensitätskarten nach Massnahmen für die Zustände mit-/ und ohne Berücksichtigung der mobilen Schutzsysteme erarbeitet:

- **Intensitätskarten Methode „Naturgefahrenkarte“ (NGK):** Ohne Berücksichtigung von mobilen Massnahmen
- **Intensitätskarten Methode „Risikoanalyse“ (RSK):** Mit Berücksichtigung von mobilen Massnahmen

Gemäss Honorarofferte vom 19.06.2013 werden im Rahmen der Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen Intensitätskarten für die in der Gefahrenkartierung üblichen Wiederkehrperioden 30-, 100-, 300-Jahre sowie ein Extremereignis EHQ erarbeitet. Die Gefahrenbeurteilung erfolgt unter Beizug der Empfehlungen der KOHS zur Berücksichtigung eines Freibords bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen [5].

Im Rahmen der öffentlichen Auflage vom 22. Mai 2018 - 06. Juli 2018 sind 52 Einsprachen eingegangen. Diese Einsprachen haben zu Projektänderungen im Bereich Klöster-

listutz und Altenberg geführt (Teilweise niedrigeres Schutzziel, Anpassung Verlauf Ufermauer).

Basierend auf der Honorarofferte vom 09.04.2020 von Kissling + Zbinden AG wurden diese Projektänderungen im vorliegenden Bericht berücksichtigt.

1.2 Systemdefinition und Abgrenzung

1.2.1 Prozessarten

Für die Erarbeitung des vorliegenden Auftrages werden nur die Wassergefahren der Aare und des Dalmazibachs berücksichtigt (Prozesse Überflutung, Ufererosion).

1.2.2 Untersuchungsgebiet

Der Untersuchungsperimeter erstreckt sich entlang der Aare vom km 26.600 oberhalb der Biberanlage des Tierparks Dählhölzli bis zum km 32.000 unterhalb vom Lorrainebad. Er umfasst die Bereiche entlang der Aare, die im Hochwasserfall überflutet werden (Abbildung 1).

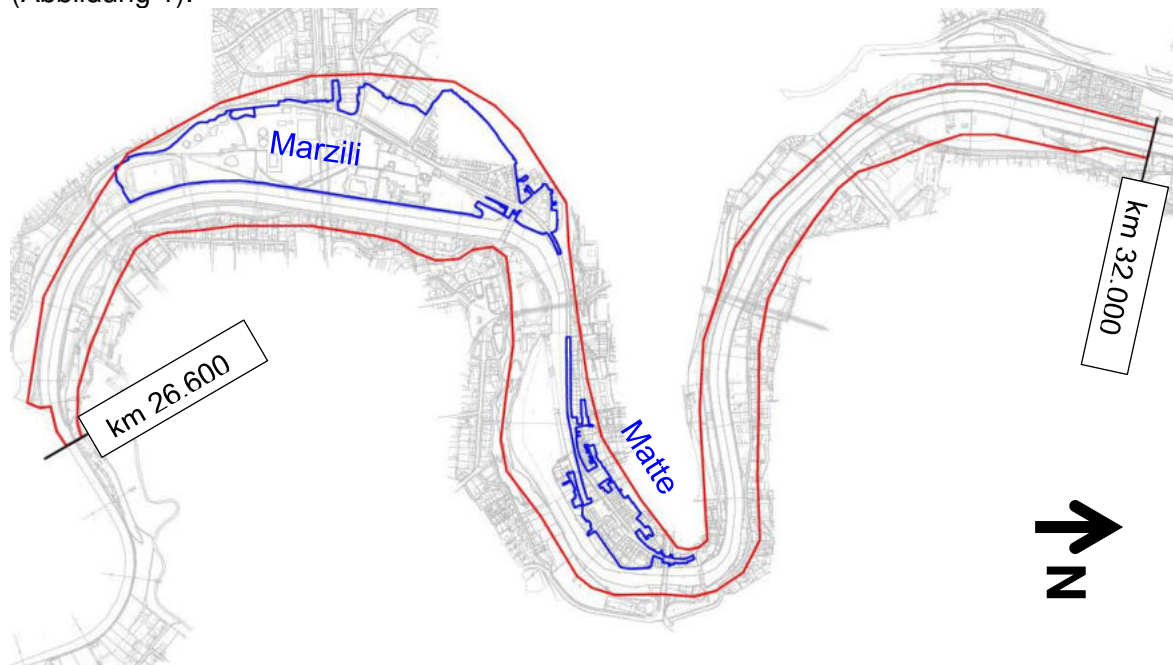


Abbildung 1: Übersicht Perimeter Gefahrenkarte nach Massnahmen (rot),
Perimeter mit 2D-Überflutungsmodellierungen Marzili / Matte (blau).

2 Grundlagen

- [1] Generalplanerteam HWS Aarebogen: Hochwasserschutz Aare, Bern. L21 Objektschutz Quartiere an der Aare. Pläne Wasserbauplan. Bern, Stand 08.02.2016/22.05.2018
- [2] Generalplanerteam HWS Aarebogen: Hochwasserschutz Aare, Bern. L21 Objektschutz Quartiere an der Aare. Angepasste technische Pläne, Längenprofile und Querprofile gemäss Einsprachen, Stand 07.04.2020
- [3] Flussbau AG: Faktenblatt massgebende Wasserspiegel für GK nach Massnahmen; 23.07.2020
- [4] IGG Kissling+Zbinden AG und Kellerhals+Haefeli AG: Stadt Bern, Teilrevision Naturgefahrenkarte. Bern, Oktober 2016.
- [5] Kommission für Hochwasserschutz KOHS: Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS). Wasser Energie Luft, Jahrgang 105, Heft 1: 43 - 53. 2013.
- [6] IUB Engineering AG: Randbedingungen 2D-Überflutungsmodellierungen Aare. Bern, Oktober 2015.
- [7] Romang Hans (Ed.): Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern 2008
- [8] BWW, BRP, BUWAL: Empfehlung zur Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Biel, 1997
- [9] Bundesamt für Umwelt BAFU: Vermessung Querprofile Aare. 04. Feb. 2011.
- [10] Vermessungsamt der Stadt Bern: Digitales Terrainmodell (DTM) der Stadt Bern. Februar 2008.
- [11] Amtliche Vermessung der Stadt Bern. Vermessungsamt der Stadt Bern, Stand 07.08.2014.
- [12] Digitale Daten des Kantons Bern, Geoportal. Amt für Geoinformation des Kantons Bern, aktueller Stand:
 - Digitaler Übersichtsplan 1:5'000 (UP5)
 - Politische Grenzen 1:5'000 (GRENZ5)
 - Amtliche Vermessung reduziert (AVR).
 - Naturgefahren Ereigniskataster (NGKAT)
 - Digitales Höhenmodell LIDAR (Rohdaten)

3 Szenarien Gefahrenbeurteilung

3.1 Projekt HWS Aare Bern

Die Erarbeitung der Gefahrenkarte nach Massnahmen erfolgt für den im Kap. 1.2.2 auf-
gezeigten Perimeter unter Berücksichtigung folgender Hochwasserschutzmassnahmen:

Realisierte Schutz- und Bau-Projekte

- Dählhölzli: Hochwasserschutzmassnahmen Gebäude Tierpark, Anpassungen Aareuferanlagen (HWS-Mauer Biberanlage, Ufersanierung)
- Bärenpark: Veränderungen durch bauliche Eingriffe (Überbauung)

HWS Aare Bern, WBP Gebietsschutz Quartiere an der Aare (Gemeindegrenze km 26.600 – Wehr Engehalde km 32.600, in Planung)

- Marzili
 - Dalmazi
 - Matte, Tych
 - Langmauer
 - Altenberg
- } Massnahmen gem. Wasserbauplan

3.2 Hochwassermengen und hydraulische Modellierungen Aare

Für die Erarbeitung der Gefahrenkarte „nach Massnahmen“ werden die Hochwasser-
mengen der Aare für die üblichen Wiederkehrperioden 30-, 100-, 300-Jahre sowie für
das Extremereignis EHQ aus der Gefahrenkarte Stadt Bern [4] übernommen.

Hochwasserabflüsse Aare	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	[m ³ /s]			
Gemeindegrenze Bern	490	600	660	700

Tabelle 1: Hochwassermengen Aare Bern [4].

Die Wasserspiegellagen (Wsp) für oben erwähnte Hochwasserabflüsse wurden anhand
der hydraulischen Modelle zur Projekterarbeitung des Wasserbauplans durch die Fluss-
bau AG ermittelt. Das Modell beinhaltet alle im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts
geplanten Massnahmen. Die hydraulischen Modellierungen erfolgen unter Berücksichti-
gung des Geschiebetriebs in der Aare. Hierbei werden sowohl kurzfristige Sohlenverän-
derungen während Hochwasserabflüssen, sowie langfristige Sohlenveränderungen über
die Zeit im Modell abgebildet.

3.3 Massgebende Wasserspiegellagen Wsp''

Die Überhöhung der Wasserspiegellagen im Bereich der Kurvenaussenseiten wurde
durch Addition einer Kurvenüberhöhung Δh_k von 5 – 15 cm zu den Wasserspiegellagen
in entsprechenden Abschnitten (Kurvenaussenseiten) berücksichtigt (vgl. Anhang A,
Kap. 3.3.1).

In Gefahrenbeurteilungen ist aufgrund von Überlegungen bezüglich Unschärfen in der
Bestimmung der Wasserspiegellagen ein angemessener Zuschlag für Wellenbildung/
Aufstau respektive Unsicherheiten oder Fehler in der Abflussrechnung zu berücksichti-

gen. Nach den Empfehlungen der Kommission für Hochwasserschutz KOHS [5] erfolgt dies unter Berücksichtigung eines mittleren Fehlers σ_w in der Berechnung der Wasserspiegellage (vgl. Anhang A, Kap. 3.3.1).

Die um die Kurvenüberhöhung Δh_k sowie den Fehler σ_w erhöhten Wasserspiegel werden mit Wsp'' bezeichnet. Die Wasserspiegellagen Wsp'' werden als massgeblichen Wasserspiegel für die Erarbeitung der Intensitätskarten nach Massnahmen beigezogen (Wirkungsanalyse). Aufgrund der Gültigkeit der Kurvenüberhöhung nur für Kurvenaussenseiten, wurden die Wasserspiegellagen jeweils für das linke und rechte Ufer separat ausgewiesen (vgl. Anhang A, Kap. 4).

3.4 Schwachstellenanalyse

Der Vergleich der Wasserspiegellagen Wsp'' mit der Uferkote (Schutzkote, wo Projektmassnahmen realisiert werden) zeigt auf, ob auf dem entsprechenden Abschnitt eine Schwachstelle aufgrund ungenügender Gerinnekapazität vorhanden ist (Wirkungsanalyse, vgl. Abbildung 2 und Anhang A Kap. 3.3).

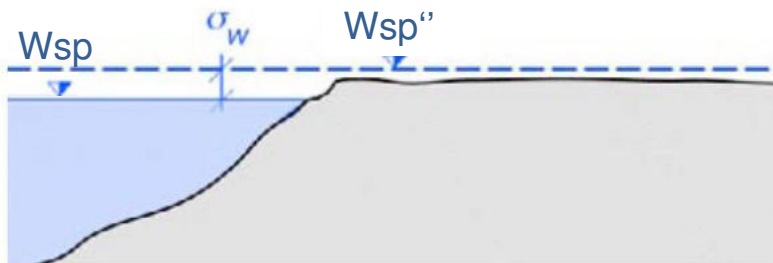


Abbildung 2: Überschreiten der Abflusskapazität bei Berücksichtigung Wasserspiegel Wsp''

3.5 Verklausungen

Bei der Erarbeitung der Gefahrenkarte Aareraum [4] wurden Verklausungen bei Brücken für verschiedene Wiederkehrperioden im Rahmen einer Risikoanalyse festgelegt. Im Zuge des laufenden Hochwasserschutzprojekts sind Massnahmen bei folgenden Brücken und Stegen vorgesehen, wodurch die Gefährdung durch Verklausungen bei diesen Brücken durch das Projekt vermindert werden kann:

- Dalmazibrücke: Verschalung Brücke
- Tych: Erhöhung Fussgängersteg Tych

Das verminderte Verklausungsrisiko wurde im Rahmen der hydraulischen Modellierungen bereits untersucht. Die angepassten Verklausungsszenarien nach Massnahmenrealisierung sind in die Berechnung der Wasserspiegellagen bereits eingeflossen (vgl. Anhang A).

Die Notfallplanung sieht im Fall eines Hochwassers an der Aare Interventionen durch die Feuerwehr vor, um bei den Brücken sowie im Bereich Schwellenmätteli / Tych Verklausungen durch Schwemmholz zu verhindern respektive zu vermindern. Somit wurden die Verklausungen bei Brücken und am Tych nur für die Erarbeitung der Intensitätskarten nach der Methode „Naturgefahrenkarte“ berücksichtigt (vgl. Tabelle 2).

4 Verfahren und Methoden

4.1 Umgang mit mobilen Schutzmassnahmen und Interventionsmassnahmen

Gemäss PROTECT [8] dürfen in der Schweiz mobile Hochwasserschutzsysteme bei der Erarbeitung von Gefahrenkarten aufgrund folgender Merkmale nicht in der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt werden:

- nicht permanente Verfügbarkeit
- Abhängigkeit von menschlichen Eingriffen

Damit eine Schutzmassnahme eine permanente Verfügbarkeit ausweist (Dauerhaftigkeit), muss die Wirkung der Massnahme zum Zeitpunkt einer Beurteilung sowie mit üblichem Unterhalt permanent über einen Zeitraum von 50 Jahren gewährleistet sein. Des Weiteren müssen Tragsicherheit (Stabilität) sowie die Gebrauchstauglichkeit (Funktionalität) der Massnahme erfüllt sein, damit sie als voll wirksam betrachtet werden kann

Die Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen für die Aare erfolgt für unterschiedliche Zwecke anhand der Methode „Naturgefahrenkarte“ (ohne Berücksichtigung mobiler Massnahmen) sowie anhand der Methode „Risikoanalyse“ (mit Berücksichtigung mobiler Massnahmen). Folgende Tabelle gibt einen Überblick zu Annahmen der Gefahrenbeurteilung nach den beiden Methoden:

Methode Intensitätskarte	Annahmen Gefahrenbeurteilung	Zweck
Naturgefahrenkarte NGK	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Schutzsysteme nicht eingesetzt: Dammbalken, Schlauchsysteme • keine Intervention bei Schwelle und Brücken (Verklausungen gem. Verklausungs-Szenarien, vgl. Kap. 3.5 und Anhang A) • Verklausung Tych zu 1/3 • Wasserspiegellagen Wsp'' mit Verklausung (vgl. Anhang A) 	<ul style="list-style-type: none"> • Raumplanerische Umsetzung (Zonenplan)
Risikobeurteilung RSK	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Schutzsysteme eingesetzt und wirksam • Schwemmholtzentnahme bei Schwelle und Brücken (keine Verklausungen bis EHQ) • Wasserspiegellagen Wsp'' ohne Verklausung (vgl. Anhang A) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeitsbetrachtung EconoMe • Aufzeigen Projektwirksamkeit

Tabelle 2: Annahmen und Zweck für die Erstellung der Intensitätskarten nach Methode NGK und Methode RSK

4.2 2D-Überflutungsmodellierung

Die Gefahrenbeurteilung für die Gebiete Marzili und Matte erfolgt im Rahmen einer 2D-Überflutungsmodellierung mittels der Software flumen (Perimeter siehe Abbildung 1). Als Grundlage werden die im Rahmen der Gefahrenkarte Aareraum [4] erstellten 2D-Überflutungsmodelle beigezogen und entsprechend der geplanten Schutzmassnahmen angepasst. Die Modellperimeter decken nur die überfluteten Landflächen ab, die Aare wird in den 2D-Modellen nicht abgebildet. Als Basis zur Formulierung von Randbedin-

gungen für die 2D-Überflutungsmodellierungen (Ausuferungswassermengen Aare in Überflutungsperimeter, Wasserspiegellagen Aare), werden die um den Fehler σ_w erhöhten Wasserspiegellagen Wsp" gemäss Anhang A beigezogen. Weitere Details bezüglich der Randbedingungen zu den 2D-Überflutungsmodellierungen sowie zu Resultaten finden sich in Anhang B.

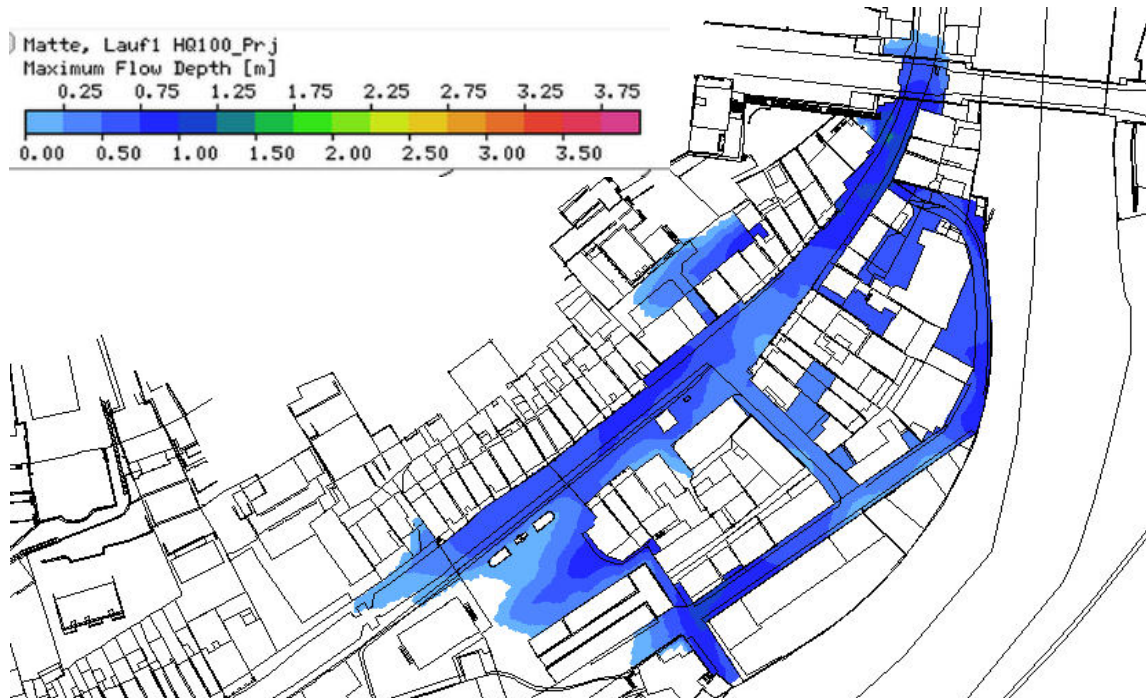


Abbildung 3: Beispiel Fliesstiefenkarte HQ₁₀₀ aus 2D-Überflutungsmodellierung Matte

4.3 Gutachterliche Beurteilung

Die Beurteilungen der Hochwasser- und Überflutungsprozesse für die Bereiche Dählhölzli/Dalmazi, Altenberg und Langmauer erfolgt gutachterlich aufgrund folgender Grundlagen:

- Wasserspiegellagen Wsp" aus den hydraulischen Berechnungen im Zuge des Hochwasserschutzprojekts für die Aare (siehe Kap. 3.3)
- Uferhöhen:
 - Schutzkoten Wasserbauplan: wo HWS-Massnahmen projektiert
 - BAFU-Querprofile / Topographische Aufnahmen: Bereiche ohne Massnahmen
- Topographie gemäss digitalem Terrainmodell der Stadt Bern
- Feldbegehungen

Nach dem Eintrag der massgebenden Wasserspiegellagen Wsp" in den entsprechenden Aare-Querprofilen (inkl. Projektmassnahmen), werden die Überflutungsintensitäten (Überflutungstiefe, Fliessgeschwindigkeit), sowie die Flächenausdehnung der Überschwemmungen direkt vor Ort gutachterlich im Zuge einer Feldbegehung abgeschätzt. Das DTM der Stadt Bern wurde benutzt, um die Flächenausdehnung im flachen und offenen Gelände genauer zu bestimmen. Sogenannte „ungeplante Massnahmen“ (bestehende Mauern, Gebäude etc.), welche die Prozessflächen beeinflussen, werden im Zuge der Feldbegehung berücksichtigt.

5 Gefahrenbeurteilung

5.1 Erarbeitung Intensitätskarten

Das Resultat der Gefahrenbeurteilung bilden die Intensitätskarten (Anhänge C, D). Sie zeigen die zum Zeitpunkt nach Realisierung der Projektmassnahmen (gemäss aktuellem Projektstand) zu erwartende Gefährdung auf. Die Prozessintensitäten „schwach“, „mittel“, „stark“ werden nach den üblichen Kriterien für den Prozess Überflutung abgestuft:

Überflutung	Intensität		
	schwach	mittel	stark
Parameter Intensität v = Fliessgeschwindigkeit h = Fliesstiefe	$h < 0.5 \text{ m}$ und $v \times h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$2 \text{ m} > h > 0.5 \text{ m}$ oder $2 \text{ m}^2/\text{s} > v \times h > 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$h > 2 \text{ m}$ oder $v \times h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$

Tabelle 3: Intensitätskriterien Prozess „Überflutung“ [8]

Für die verschiedenen Gebiete wurden folgende Intensitätskarten unterschiedlicher Erarbeitungsmethodik zusammengeführt:

- Marzili, Matte: 2D-Überflutungsmodellierungen
- Dählhölzli / Dalmazi, Altenberg, Langmauer: Gutachterliche Beurteilung
- Bärenpark: Intensitätskarten Teilrevision Gefahrenkarte 2016 [4]

Die in den Intensitätskarten ausgewiesenen Prozessintensitäten für die verschiedenen Gebiete werden im folgenden Kapitel beschrieben.

5.2 Gefahrenbeurteilung Gebiete (Intensitätskarten)

5.2.1 Tierpark Dählhölzli / Dalmazi

Hochwasser- ereignisse:	Gefahrenbeurteilung:	
	nach Methode NGK	nach Methode RSK
Häufiges Ereignis (HQ ₃₀)	Schwache und starke, lokal mittlere Intensitäten.	Schwache und starke, lokal mittlere Intensitäten. Kinderzoo, Restaurant Dählhölzli und Dalmaziquai durch mobile Massnahmen bis HQ ₃₀ geschützt. Gebäude am Dalmaziquai 101 bis 105 durch mobile Massnahmen bis HQ ₁₀₀ geschützt.
Seltenes Ereignis (HQ ₁₀₀)	Mittlere und starke, lokal schwache Intensitäten.	Mittlere und starke, lokal schwache Intensitäten. Gebäude am Dalmaziquai 101 bis 105 durch mobile Massnahmen bis HQ ₁₀₀ geschützt.
Sehr seltenes Ereignis (HQ ₃₀₀)	Mittlere und starke Intensitäten.	Mittlere und starke Intensitäten.
Extremereignis (EHQ)	Mittlere und starke Intensitäten.	Mittlere und starke Intensitäten.

5.2.2 Marzili

Für die Beurteilung der auftretenden Fliesstiefen und -geschwindigkeiten im Marzili wurde eine 2D-Überflutungsmodellierung durchgeführt (vgl. Anhang B).

Hochwasserereignisse:	Gefahrenbeurteilung:	
	nach Methode NGK	nach Methode RSK
<i>Häufiges Ereignis (HQ₃₀)</i>	Schwache und mittlere Intensitäten.	Schwache und mittlere Intensitäten. Marzilbad und Marzilquartier durch mobile Massnahmen bis HQ ₃₀₀ geschützt.
<i>Seltenes Ereignis (HQ₁₀₀)</i>	Schwache und mittlere Intensitäten.	Schwache und mittlere Intensitäten. Marzilbad und Marzilquartier durch mobile Massnahmen bis HQ ₃₀₀ geschützt.
<i>Sehr seltenes Ereignis (HQ₃₀₀)</i>	Schwache und mittlere Intensitäten.	Schwache und mittlere Intensitäten. Marzilbad und Marzilquartier durch mobile Massnahmen bis HQ ₃₀₀ geschützt.
<i>Extremereignis (EHQ)</i>	Schwache und mittlere Intensitäten.	Schwache und mittlere Intensitäten.

5.2.3 Mattequartier

Für die Beurteilung der auftretenden Fliesstiefen und -geschwindigkeiten im Mattequartier wurde eine 2D-Überflutungsmodellierung durchgeführt (vgl. Anhang B).

Hochwasserereignisse:	Gefahrenbeurteilung:	
	nach Methode NGK	nach Methode RSK
<i>Häufiges Ereignis (HQ₃₀)</i>	Keine Überschwemmung	Keine Überschwemmung. Mattenquartier durch mobile Massnahmen bis EHQ geschützt.
<i>Seltenes Ereignis (HQ₁₀₀)</i>	Schwache und mittlere Intensitäten (HWS-Mauer überströmt, keine Ausuferungen am Tych).	
<i>Sehr seltenes Ereignis (HQ₃₀₀)</i>	Schwache und grossflächig mittlere Intensitäten (HWS-Mauer überströmt, keine Ausuferungen am Tych).	
<i>Extremereignis (EHQ)</i>	Randlich schwache, grossflächig mittlere, entlang der Aare randlich starke Intensitäten auf Unterhaltsweg entlang Aare, aareseitige Vorgärten Gerberngasse 1-5 (HWS-Mauer überströmt, keine Ausuferungen am Tych).	

5.2.4 Altenberg

Hochwasser- ereignisse:	Gefahrenbeurteilung:	
	nach Methode NGK	nach Methode RSK
Häufiges Ereignis (HQ ₃₀)	Schwache Intensitäten.	Lokal schwache Intensitäten.
Seltenes Ereignis (HQ ₁₀₀)	Mittlere, lokal schwache und starke Intensitäten.	Mittlere, lokal schwache und starke Intensitäten.
Sehr seltenes Ereignis (HQ ₃₀₀)	Mittlere, lokal schwache und starke Intensitäten.	Mittlere, lokal schwache und starke Intensitäten.
Extremereignis (EHQ)	Mittlere, lokal schwache und starke Intensitäten.	Mittlere, lokal schwache und starke Intensitäten.

5.2.5 Langmauer

Hochwasser- ereignisse:	Gefahrenbeurteilung:	
	nach Methode NGK	nach Methode RSK
Häufiges Ereignis (HQ ₃₀)	Lokal schwache und mittlere Intensitäten.	Lokal schwache Intensitäten. Gebäude am Langmauerweg durch mobile Massnahmen bis HQ ₃₀₀ geschützt.
Seltenes Ereignis (HQ ₁₀₀)	Schwache und mittlere Intensitäten.	Lokal mittlere Intensitäten. Gebäude am Langmauerweg durch mobile Massnahmen bis HQ ₃₀₀ geschützt.
Sehr seltenes Ereignis (HQ ₃₀₀)	Schwache und mittlere Intensitäten.	Lokal schwache und mittlere Intensitäten. Gebäude am Langmauerweg durch mobile Massnahmen bis HQ ₃₀₀ geschützt.
Extremereignis (EHQ)	Schwache und mittlere Intensitäten.	Schwache und mittlere Intensitäten.

Für die übrigen Gebiete entlang der Aare wird auf die Intensitätskarten im Anhang verwiesen (Methode NGK Anhang C, Methode RSK Anhang D).

5.2.6 Ufererosion

Der Wasserbauplan sieht über den gesamten Abschnitt Sanierungen der alten Uferverbauungen vor. Innerhalb des Projektperimeters kann nach Realisierung der Massnahmen davon ausgegangen werden, dass die Aare-Ufer nicht mehr durch Erosionsprozesse gefährdet sind.

5.3 Erarbeitung Gefahrenkarte nach Massnahmen

Die Intensitätskarten nach Massnahmen nach Methode „Naturgefahrenkarte“ werden unter Verwendung des Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramms für den Prozess „Hochwasser, Überflutung“ zu einer Gefahrenkarte nach Massnahmen verschnitten:

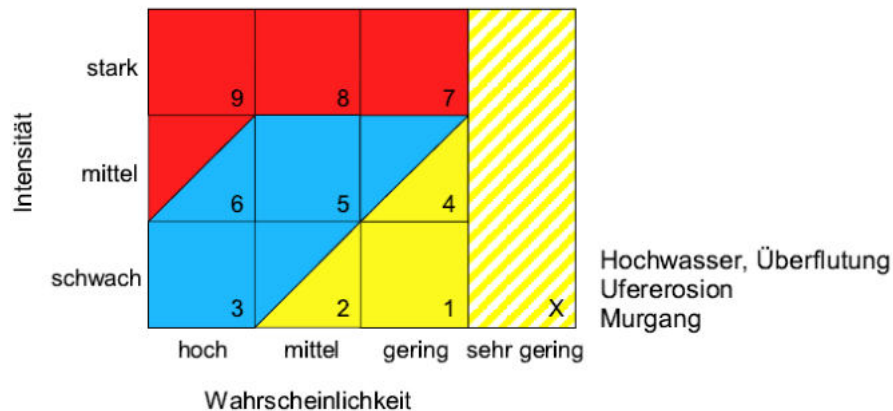


Abbildung 4: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm [8]

Die resultierende Gefahrenkarte zeigt die Gefährdungssituation an der Aare in der für Gefahrenkarten üblichen Abstufung gelb (geringe Gefährdung), blau (mittlere Gefährdung), rot (erhebliche Gefährdung), gelb-weiß-gestreift (Restgefährdung) auf. Die Zuweisung der Halbfelder Ü4 sowie Ü6 wird dabei wie folgt vorgenommen:

- Ü4: gelb
- Ü6: blau

Die Gefahrenkarte ist im Anhang E aufgeführt.

5.4 Auswirkungen der Projektänderungen auf die Gefahrenbeurteilung

In den folgenden beiden Tabellen (Tabelle 4, Methode NGK / Tabelle 5, Methode RSK) sind die Auswirkungen der Projektänderungen auf die Gefahrenbeurteilung (Intensitätskarten) im Vergleich zur Auflage 2018 ersichtlich.

Hinweis Nr. 1:

Es sind jeweils nur die Intensitätskarten (IK) derjenigen Wiederkehrperiode dargestellt, ab welcher die Projektänderung flächenmässig relevant wird. Die Intensitätskarten grösserer Wiederkehrperioden (seltene Ereignisse), die aus demselben Grund angepasst wurden, sind nicht dargestellt (z.B. ist beim Abschnitt «Altenbergstrasse Nr. 3-13» der Ausschnitt IK HQ₁₀₀, nicht aber die Ausschnitte IK HQ₃₀₀ / IK_{EHQ} dargestellt).

Hinweis Nr. 2:

Nicht sämtliche Anpassungen an den Intensitätskarten sind auf die Projektänderungen seit der Auflage 2018 zurückzuführen. Einige lokale Anpassungen erfolgen zur Harmonisierung mit der revidierten Gefahrenkarte vom Oktober 2016 (Ist-Zustand), welche nach der Erarbeitung der Gefahrenkarte «nach Massnahmen» erarbeitet wurde.

Hinweis Nr. 3:

Legende		Intensität
	HWS-Massnahmen	 schwache Intensität
	Gebäude (AVR)	 mittlere Intensität
		 starke Intensität

Tabelle 4: Änderung der Intensitätskarten nach Methode Naturgefahrenkarte (NGK) zwischen der Auflage 2018 und der Auflage 2021 infolge Projektänderungen.



















	Ausschnitt Auflage 2018	Ausschnitt Auflage 2021	Begründung
Klosterlistutz	 Intensitätskarte 100-jährlich	 Intensitätskarte 100-jährlich	Schutzziel ge- senkt
Altenbergstrasse Nr. 3-13	 Intensitätskarte 30-jährlich	 Intensitätskarte 30-jährlich	Terrainabsen- kung
Altenbergstrasse Nr. 39	 Intensitätskarte 30-jährlich	 Intensitätskarte 30-jährlich	Mauerverlauf angepasst
	 Intensitätskarte 100-jährlich	 Intensitätskarte 100-jährlich	Schutzziel ge- senkt
	 Intensitätskarte 300-jährlich	 Intensitätskarte 300-jährlich	Schutzziel ge- senkt / Mauer- verlauf ange- passt

Tabelle 5: Änderung der Intensitätskarten nach Methode Risikoanalyse (RSK) zwischen der Auflage 2018 und der Auflage 2021 infolge Projektänderungen.

	Ausschnitt Auflage 2018	Ausschnitt Auflage 2021	Begründung
Altenbergstrasse	 Intensitätskarte 100-jährlich	 Intensitätskarte 100-jährlich	Schutzziel gesenkt / Terrainabsenkung (im Bereich Altenbergstrasse Nr. 3-13)
Altenbergstrasse Nr. 39	 Intensitätskarte 30-jährlich	 Intensitätskarte 30-jährlich	Mauerverlauf angepasst
	 Intensitätskarte 100-jährlich	 Intensitätskarte 100-jährlich	Schutzziel gesenkt
	 Intensitätskarte 300-jährlich	 Intensitätskarte 300-jährlich	Schutzziel gesenkt / Mauerverlauf angepasst

6 Fazit / Schlussfolgerung

Die Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen zeigt die nach einer Realisierung des Projekts „Hochwasserschutz Aare Bern, Gebietsschutz Quartiere an der Aare“ zu erwartende Gefährdungssituation entlang der Aare auf. Die Gefahrenkarte gilt nur für den Zustand gemäss aktueller Projektierung. Bei Projektänderungen in späteren Projektierungsphasen ist die Gültigkeit der hier aufgezeigten Gefährdungssituation zu prüfen. Die Intensitätskarten nach beiden Methoden (Anhang C, D) sowie die Gefahrenkarte (Anhang E) sind somit als Entwürfe zu verstehen. Nach Realisierung der Massnahmen ist der aktuelle Zustand neu zu beurteilen.

Die Intensitätskarten nach **Methode „Naturgefahrenkarte“** zeigen die Gefährdungssituation ohne Berücksichtigung von Interventionsmassnahmen, nach üblicher Methodik zur Erstellung von Gefahrenkarten auf. Die daraus erstellte Gefahrenkarte mit der Abstufung gelb-, blau, rot, gelb-weiss gestreift dient der raumplanerischen Umsetzung der Gefahrenkarte in die Ortsplanung und ersetzt somit nach Umsetzung der Massnahmen die rechtsgültige Gefahrenkarte.

Die Intensitätskarten nach **Methode „Risikoanalyse“** zeigen einerseits die Schutzwirkung des Hochwasserschutzprojekts unter Berücksichtigung der mobilen Schutzmassnahmen auf, andererseits können sie zur Ermittlung der Projektwirksamkeit (Nutzen-Kosten-Faktor) anhand des Tools EconoMe beigezogen werden.

Aufgrund der guten Alarmorganisation kann davon ausgegangen werden, dass mobile Massnahmen mit einer hohen Zuverlässigkeit eingesetzt/aufgebaut werden und somit ihre Schutzwirkung in den meisten Ereignisfällen erfüllen können. Folgende Faktoren unterstreichen die hohe Zuverlässigkeit des mobilen Schutzsystems des Hochwasserschutzprojekts:

- Professionelle Notfallorganisation (Feuerwehr) mit klaren Verhältnissen bezüglich Intervention:
 - Klare Verantwortung
 - Alarmdispositiv
 - Lagerung / Unterhalt der mobilen Massnahmen
 - Übungen Intervention
- Vorwarn- / Interventionszeit bei Hochwasser Aare:
 - verbesserte Kenntnisse aus vergangenen Hochwasserereignissen
 - Abflussmessstellen an Aare und Zulg
 - Optimierungen Regulierung Aare

Die Intensitätskarten nach Methode Naturgefahrenkarte entsprechen somit eher einem „Worst-Case Szenario“ ohne den Einsatz von mobilen Massnahmen und ohne Intervention an Brücken und beim Mattewehr.

Nach Umsetzung der Massnahmen können somit die Intensitätskarten nach Methode Risikoanalyse, ganz im Sinne einer risikobasierten Planung von Schutzmassnahmen und einer angepassten Raumnutzung, als Hilfsmittel zur Projektierung und Beurteilung von Bauvorhaben und zu Planungszwecken für Kanton, Gemeinden und Dritte beigezogen werden.

Anhang A

Massgebliche Wasserspiegellagen Aare

Massgebende Wasserspiegel für Gefahrenkarte nach Massnahmen

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Die Gefahrenkarte nach Massnahmen für die Aare wird durch Kissling + Zbinden AG erarbeitet. Die massgebenden Wasserspiegel für die Ausbruchsszenarien wurden durch das Generalplanerteam HWS Aarebogen auf der Basis der mit dem geeichten Abfluss und Geschiebetransportmodell berechneten Wasserspiegel ermittelt und für die Erarbeitung der Gefahrenkarte zur Verfügung gestellt.

Das Vorgehen zur Bestimmung der Massgebenden Wasserspiegellagen ist im vorliegenden Faktenblatt dokumentiert. Es dient als Beilage für den technischen Bericht zur Gefahrenkarte.

2 Grundlagen

- [1] KOHS (2013): Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS). «Wasser Energie Luft» – 105. Jahrgang, 2013, Heft 1, CH-5401 Baden, 43-50.

3 Vorgehen

3.1 Allgemeines Vorgehen

Der Ermittlung der massgebenden Wasserspiegellage für die Gefahrenkarte liegen die mit dem geeichten und für die Projektierung verwendeten hydraulischen Abfluss- und Geschiebetransportmodell ermittelten Wasserspiegellagen zu Grunde. Diese wurden mit dem Programm MORMO für die Projektgeometrie auf einer mobilen Sohle bestimmt. Für eine detaillierte Modellbeschreibung verweisen wir auf den Fachbericht Hydraulik und Geschiebe zum Projekt (Beilage C.5.3)

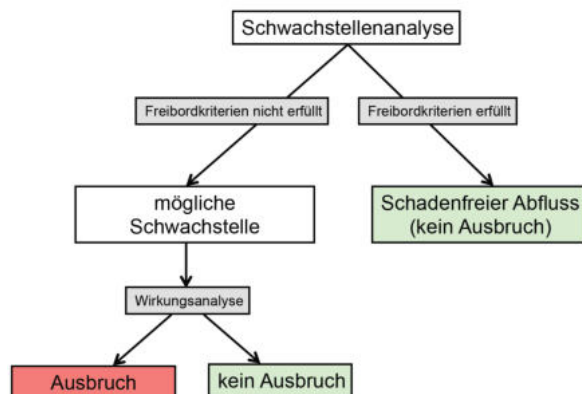


Abbildung 1: Vorgehensweise für die Schwachstellen- und Wirkungsanalyse gemäss Empfehlungen der KOHS [1].

Die Schwachstellen- und Wirkungsanalyse erfolgte nach Empfehlungen der KOHS [1] wobei die berechneten Fliesstiefen und Fliessgeschwindigkeiten aus dem Abfluss- und Geschiebetransportmodell für jedes Querprofil ausgewertet wurden. Das Vorgehen ist im Flussdiagramm in Abbildung 1 dargestellt und ist entsprechend den Empfehlungen der KOHS für alle Szenarien (HQ_{30} bis EHQ) identisch. Die einzelnen Schritte sind in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

3.2 Schwachstellenanalyse

Die Schwachstellenanalyse erfolgte gemäss Empfehlungen der KOHS [1]. Das Freibord wurde unter Berücksichtigung der Kurvenüberhöhung nach Jäggi (1994) für jedes Querprofil berechnet.

Sind die Freibordkriterien erfüllt, wird kein Wasserausbruch angenommen und es kann von einem „vollständigen Schutz“ gesprochen werden (vgl. Fall A in Abbildung 2). Im Rahmen der Schwachstellenanalyse ermittelte mögliche Schwachstellen führen nicht zwingend zu einem Wasserausbruch. Ob in der Gefahrenkarte für ein bestimmtes Szenario ein Ausbruch berücksichtigt wird (Fall B1 oder B2 in Abbildung 2), zeigt sich in der Wirkungsanalyse (vgl. Kap. 3.3).

3.3 Wirkungsanalyse

3.3.1 Massgebender Wasserspiegel Wsp''

Als massgebender Wasserspiegel Wsp'' für die Wirkungsanalyse wurde der berechnete Wasserspiegel Wsp aus der 1d-Abfluss- und Geschiebetransportrechnung unter Berücksichtigung der Kurvenüberhöhung Δh_k und des mittleren Fehlers in der Berechnung der Wasserspiegellage σ_w verwendet. Letzterer setzt sich gemäss Empfehlungen der KOHS [1] aus dem mittleren Fehler, hervorgerufen durch die Unschärfe der Prognose der massgeblichen Sohlenlage σ_{wz} , und dem mittleren Fehler der Abflussrechnung σ_{wh} zusammen.

$$Wsp'' = Wsp + \Delta h_k + \sigma_w \quad \text{mit } \sigma_w = (\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2)^{0.5} \quad \text{und} \quad \sigma_{wh} = 0.06 + 0.06 h$$

h : Fliesstiefe aus 1d-Abflussrechnung

Folgende Werte wurden für die Kurvenüberhöhung Δh_k berücksichtigt (vgl. Beilage C.5.3 Fachbericht Hydraulik und Geschiebe, Kap. 8.2):

- km 26.729 – 27.640 5 cm Schönauf, links
- km 28.440 – 28.650 10 cm Schwanenmätteli, links
- km 29.430 – 29.591 10 cm Bärenpark, rechts
- km 29.753 – 30.003 15 cm unterhalb Untertorbrücke, rechts
- km 31.200 – 31.600 5 cm unterhalb Lorraineviadukt, links

Für den Fehler am Wasserspiegel, hervorgerufen durch Unschärfen in der Prognose der massgeblichen Sohlenlage σ_{wz} , wurden folgende Werte aus dem Projekt übernommen (vgl. Beilage C.5.3 Fachbericht Hydraulik und Geschiebe, Kap. 8.4.2):

- km 26.600 bis 28.740 10 cm
- km 29.151 bis 30.003 20 cm
- km 30.208 bis 32.570 10 cm

Die berechneten Wasserspiegellagen wurden für die Erarbeitung der Gefahrenkarte nach Massnahmen zur Verfügung gestellt (siehe Resultatetabelle, Kap. 4)

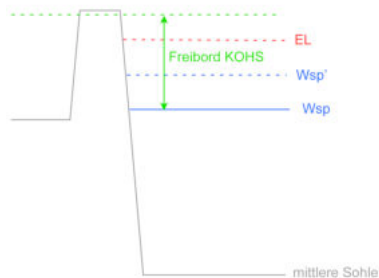
3.3.2 Ausbruchsszenarien

Entlang der Aare werden die Ausbruchstellen nach Massnahmen im Rahmen der Wirkungsanalyse folgendermassen ermittelt (vgl. Abbildung 2):

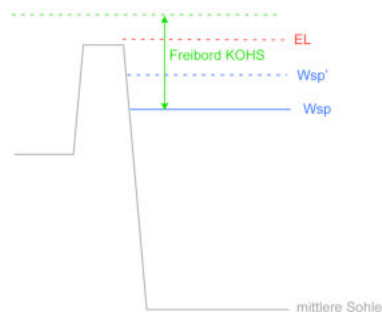
- Fall B1
Das erforderliche Freibord ist nicht eingehalten. Der massgebliche Wasserspiegel Wsp'' liegt unterhalb der Böschungsoberkante. Für die Gefahrenbeurteilung wird kein Wasserantritt angenommen.
- Fall B2
Das erforderliche Freibord ist nicht eingehalten. Der massgebliche Wasserspiegel Wsp'' liegt über der Böschungsoberkante im Querprofil. Es wird ein Überströmen auf der gesamten Länge der Schwachstelle angenommen. Die Wassermengen und Fliesstiefen werden in Bezug auf den massgebenden Wasserspiegel Wsp'' berechnet.

Für den Fall B1 wird ein Überschwappen des Wassers durch Wellenbildung oder Aufstau an Hindernissen für die Gefahrenbeurteilung nicht berücksichtigt.

Fall A
Freibordkriterien erfüllt



Fall B1
Freibordkriterien nicht erfüllt
 $Wsp'' < \text{Böschungsoberkante}$



Fall B2
Freibordkriterien nicht erfüllt
 $Wsp'' > \text{Böschungsoberkante}$

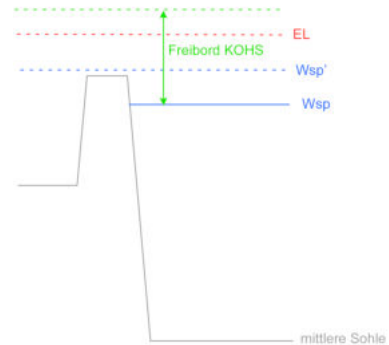


Abbildung 2: Visualisierung der Schwachstellen- und Wirkungsanalyse für unterschiedliche Fälle.

3.3.3 Brückenverklausungen

Der Verklausungsanteil im Bereich der Brückenquerschnitte von Schönausteg, Dalmazibrücke, Untertorbrücke und Altenbergsteg wurde unter Berücksichtigung des Freibordes, definiert durch die mittlere Brückenunterkante nach Realisierung der Massnahmen und der berechneten Wasserspiegellage aus der Abfluss- und Transportmodellierung, bestimmt. Der Verklausungsanteil wurde entsprechend dem Verhältnis des Freibordes und des Verklausungsanteils vor Massnahmen übertragen und für die Szenarien nach Massnahmen angewendet. Eine Übersicht der Verklausungsszenarien ist in Tabelle 1 zusammengestellt. In der Modellrechnung wurde der entsprechende Querschnittsanteil des Brückenquerschnitts als nicht Abflusswirksam definiert und die Abfluss- und Transportrechnung neu erstellt.

Tabelle 1: Übersicht der Verklausungsszenarien für die Gefahrenkarte nach Massnahmen.

Szenario	Abflussspitze	Verklausung Schönausteg	Verklausung Dalmazibrücke	Verklausung Untertorbrücke	Verklausung Altenbergsteg
<i>HQ₃₀</i>	490 m ³ /s	keine	keine	keine	keine
<i>HQ₁₀₀</i>	600 m ³ /s	keine	keine	keine	keine
<i>HQ₃₀₀</i>	660 m ³ /s	10 m links	1/3 Feld links	keine	10 m links
<i>EHQ</i>	700 m ³ /s	10 m links	1/3 Feld links	ein Feld	Absturz Steg

Im Oberwasser der Brücken wird der massgebende Wasserspiegel durch die Verklausung und den Aufstau tendenziell angehoben.

4 Resultateübersicht

4.1 Resultate: Massgebende Wasserspiegel IK/GK nach Massnahmen

16.11.15/sg runT12

Ergänzt durch Szenario EHQ mit Absturz Steg Altenberg 17.07.20/tb runT14

Wsp¹⁾: massgebende Wasserspiegel inkl. Kurvenüberhöhung und mittlerer Fehler in der Berechnung der Wasserspiegellage (σ_w)^{*1)}

Szenario	HQ30	HQ100	HQ300	HQ300	EHQ	EHQ	HQ30	HQ100	HQ300	HQ300	EHQ	EHQ
Abfluss	490	600	660	660	700	700	490	600	660	660	700	700
	Wsp"	Wsp"	Wsp"	Wsp"	Wsp"	Wsp"	Wsp"	Wsp"	Wsp"	Wsp"	Wsp"	Wsp"
Uferseite	links	links	links	links	links	links	rechts	rechts	rechts	rechts	rechts	rechts
mit/ohne Verkläuerung	ohne	ohne	ohne	mit	ohne	mit	ohne	ohne	ohne	mit	ohne	mit
Absturz Steg Altenberg						Absturz						Absturz
km	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.
26.600	505.10	505.55	505.78	505.77	505.90	505.91	505.10	505.55	505.78	505.77	505.90	505.91
26.729	504.98	505.45	505.68	505.67	505.80	505.81	504.93	505.40	505.63	505.62	505.75	505.76
26.800	504.86	505.33	505.56	505.55	505.68	505.69	504.81	505.28	505.51	505.50	505.63	505.64
27.000	504.63	505.10	505.33	505.27	505.45	505.41	504.58	505.05	505.28	505.22	505.40	505.36
27.200	504.23	504.69	504.93	504.91	505.07	505.06	504.18	504.64	504.88	504.86	505.02	505.01
27.250	504.15	504.60	504.83	504.80	504.98	504.96	504.10	504.55	504.78	504.75	504.93	504.91
27.334	504.02	504.50	504.74	504.76	504.88	504.92	503.97	504.45	504.69	504.71	504.83	504.87
27.426	503.80	504.26	504.48	504.49	504.61	504.63	503.75	504.21	504.43	504.44	504.56	504.58
27.519	503.73	504.23	504.47	504.49	504.62	504.64	503.68	504.18	504.42	504.44	504.57	504.59
27.579	503.56	503.94	504.15	504.15	504.26	504.27	503.51	503.89	504.10	504.10	504.21	504.22
27.640	503.51	503.92	504.15	504.14	504.27	504.27	503.46	503.87	504.10	504.09	504.22	504.22
27.700	503.29	503.74	503.98	503.99	504.11	504.13	503.29	503.74	503.98	503.99	504.11	504.13
27.900	502.88	503.36	503.60	503.63	503.72	503.77	502.88	503.36	503.60	503.63	503.72	503.77
28.070	502.58	503.08	503.32	503.33	503.44	503.47	502.58	503.08	503.32	503.33	503.44	503.47
28.270	502.21	502.69	502.94	502.99	503.09	503.14	502.21	502.69	502.94	502.99	503.09	503.14
28.403	501.99	502.53	502.79	502.84	502.91	502.98	501.99	502.53	502.79	502.84	502.91	502.98
28.440	502.05	502.61	502.86	502.90	502.98	503.05	501.95	502.51	502.76	502.80	502.88	502.95
28.547	501.86	502.46	502.71	502.72	502.83	502.87	501.76	502.36	502.61	502.62	502.73	502.77
28.650	501.37	501.88	502.15	502.11	502.25	502.24	501.27	501.78	502.05	502.01	502.15	502.14
28.740	501.10	501.50	501.80	501.80	501.93	501.93	501.10	501.50	501.80	501.80	501.93	501.93
29.151	499.99	500.50	500.76	500.77	500.92	501.16	499.99	500.50	500.76	500.77	500.92	501.16
29.234	499.93	500.45	500.72	500.72	500.89	501.12	499.93	500.45	500.72	500.72	500.89	501.12
29.289	499.86	500.35	500.60	500.61	500.76	501.04	499.86	500.35	500.60	500.61	500.76	501.04
29.361	499.77	500.29	500.54	500.56	500.69	500.97	499.77	500.29	500.54	500.56	500.69	500.97
29.430	499.70	500.22	500.49	500.50	500.64	500.92	499.80	500.32	500.59	500.60	500.74	501.02
29.481	499.64	500.16	500.43	500.44	500.59	500.87	499.74	500.26	500.53	500.54	500.69	500.97
29.539	499.57	500.08	500.35	500.36	500.51	500.81	499.67	500.18	500.45	500.46	500.61	500.91
29.591	499.52	500.01	500.28	500.29	500.45	500.79	499.62	500.11	500.38	500.39	500.55	500.89
29.640	499.46	499.93	500.19	500.21	500.36	500.68	499.46	499.93	500.19	500.21	500.36	500.68
29.704	499.37	499.84	500.09	500.10	500.25	500.61	499.37	499.84	500.09	500.10	500.25	500.61
29.743	499.39	499.86	500.12	500.14	500.28	500.64	499.39	499.86	500.12	500.14	500.28	500.64
29.753	499.30	499.75	500.00	500.02	500.16	500.45	499.45	499.90	500.15	500.17	500.31	500.60
29.837	499.22	499.65	499.88	499.90	500.02	500.28	499.37	499.80	500.03	500.05	500.17	500.43
30.003	499.02	499.44	499.65	499.68	499.79	500.02	499.17	499.59	499.80	499.83	499.94	500.17
30.208	498.74	499.20	499.42	499.45	499.57	499.78	498.74	499.20	499.42	499.45	499.57	499.78
30.405	498.53	498.96	499.18	499.21	499.32	499.62	498.53	498.96	499.18	499.21	499.32	499.62
30.550	498.35	498.78	499.01	499.08	499.15	499.47	498.35	498.78	499.01	499.08	499.15	499.47
30.605	498.29	498.71	498.94	498.97	499.08	499.09	498.29	498.71	498.94	498.97	499.08	499.09
30.800	498.07	498.49	498.72	498.74	498.88	498.87	498.07	498.49	498.72	498.74	498.88	498.87
31.000	497.84	498.29	498.53	498.50	498.70	498.69	497.84	498.29	498.53	498.50	498.70	498.69
31.200	497.66	498.08	498.33	498.33	498.50	498.50	497.61	498.03	498.28	498.28	498.45	498.45
31.400	497.41	497.83	498.08	498.08	498.26	498.26	497.36	497.78	498.03	498.03	498.21	498.21
31.600	497.16	497.58	497.85	497.82	498.04	498.05	497.11	497.53	497.80	497.77	497.99	498.00
31.800	496.86	497.21	497.48	497.48	497.69	497.69	496.86	497.21	497.48	497.48	497.69	497.69
32.000	496.59	496.92	497.21	497.20	497.43	497.44	496.59	496.92	497.21	497.20	497.43	497.44
32.200	496.31	496.63	496.93	496.93	497.18	497.19	496.31	496.63	496.93	496.93	497.18	497.19
32.400	496.00	496.31	496.66	496.65	496.95	496.99	496.00	496.31	496.66	496.65	496.95	496.99
32.570	495.82	496.09	496.49	496.49	496.82	496.80	495.82	496.09	496.49	496.49	496.82	496.80

Flussbau AG - 16.09.2020

^{*1)} σ_w beinhaltet mittlerer Fehler in Berechnung Fliesstiefe σ_{wh} und Unsicherheit Sohlenlage σ_{wz}

4.2 Resultate: Wirkungsanalyse linke Uferseite

26.08.20/runT12 und runT14

dz: Lage des massgebenden Wasserspiegels gegenüber der Ufer/Schutzkote (dz < 0: kein Ausbruch, dz > 0: Ausbruch)

Szenario	Uferkote		Uferkote		Uferkote		Uferkote		Uferkote		Uferkote		Uferkote	
	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote	Schutzkote
Abfluss	HQ30	HQ100	HQ300	HQ300	EHQ	EHQ	EHQ	HQ30	HQ100	HQ300	HQ300	EHQ	EHQ	EHQ
	490	600	660	660	700	700	700	490	600	660	660	700	700	700
	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz
Massnahmen mit/ohne Verkl.	fest	mobil	fest	fest	fest	fest	fest	mobil	mobil	mobil	mobil	mobil	mobil	mobil
	ohne	ohne	ohne	mit	ohne	Absturz ¹⁾	ohne	ohne	ohne	mit	ohne	Absturz ¹⁾	ohne	Absturz ¹⁾
km	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.
26.600	505.70		-0.60	-0.15	0.08	0.07	0.20	0.21						
26.729	504.70		0.28	0.75	0.98	0.97	1.10	1.11						
26.800	505.00		-0.14	0.33	0.56	0.55	0.68	0.69						
27.000	505.10		-0.47	0.00	0.23	0.17	0.35	0.31						
27.200	504.85		-0.62	-0.16	0.08	0.06	0.22	0.21						
27.250	505.00		-0.85	-0.40	-0.17	-0.20	-0.02	-0.04						
27.334	503.90		0.12	0.60	0.84	0.86	0.98	1.02						
27.426	503.80		0.00	0.46	0.68	0.69	0.81	0.83						
27.519	504.46		-0.73	-0.23	0.01	0.03	0.16	0.18						
27.579	504.34		-0.78	-0.40	-0.19	-0.19	-0.08	-0.07						
27.640	504.22		-0.71	-0.30	-0.08	-0.08	0.05	0.05						
27.700	503.98		-0.69	-0.24	0.00	0.01	0.13	0.15						
27.900	503.61		-0.73	-0.25	-0.01	0.02	0.11	0.16						
28.070	503.32		-0.74	-0.24	0.00	0.01	0.12	0.15						
28.270	502.97		-0.76	-0.28	-0.03	0.02	0.12	0.17						
28.403	502.76		-0.77	-0.23	0.03	0.07	0.15	0.21						
28.440	502.86		-0.81	-0.25	0.00	0.04	0.12	0.19						
28.547	503.18		-1.33	-0.73	-0.47	-0.47	-0.36	-0.31						
28.650	502.85		-1.48	-0.97	-0.71	-0.75	-0.61	-0.61						
28.740	502.36		-1.25	-0.86	-0.55	-0.56	-0.42	-0.42						
29.151	500.36	500.90	-0.37	0.14	0.40	0.41	0.56	0.80	-0.91	-0.40	-0.14	-0.13	0.02	0.26
29.234	500.29	500.84	-0.35	0.16	0.43	0.44	0.60	0.84	-0.91	-0.39	-0.13	-0.12	0.05	0.28
29.289	500.19	500.76	-0.33	0.16	0.41	0.42	0.58	0.85	-0.90	-0.41	-0.17	-0.16	0.00	0.27
29.361	500.13	500.70	-0.35	0.17	0.42	0.43	0.57	0.85	-0.93	-0.41	-0.16	-0.14	0.00	0.27
29.430	500.06	500.63	-0.37	0.16	0.42	0.43	0.58	0.85	-0.94	-0.41	-0.15	-0.14	0.01	0.28
29.481	500.00	500.58	-0.36	0.16	0.43	0.44	0.59	0.87	-0.93	-0.42	-0.15	-0.14	0.01	0.30
29.539	500.32	500.51	-0.76	-0.24	0.02	0.03	0.19	0.48	-0.94	-0.43	-0.16	-0.15	0.01	0.30
29.591	500.25	500.45	-0.73	-0.23	0.03	0.04	0.20	0.54	-0.92	-0.43	-0.17	-0.15	0.00	0.35
29.640	499.75	500.38	-0.30	0.17	0.44	0.45	0.61	0.93	-0.93	-0.46	-0.19	-0.18	-0.02	0.30
29.704	500.08	500.30	-0.71	-0.24	0.01	0.02	0.17	0.53	-0.93	-0.46	-0.21	-0.20	-0.05	0.31
29.743	500.09	500.29	-0.70	-0.23	0.03	0.05	0.19	0.55	-0.91	-0.43	-0.17	-0.16	-0.01	0.35
29.753	499.97		-0.67	-0.22	0.03	0.05	0.19	0.48						
29.837	499.84		-0.62	-0.19	0.04	0.06	0.18	0.44						
30.003	499.61		-0.59	-0.18	0.03	0.06	0.17	0.40						
30.208	499.37		-0.63	-0.17	0.05	0.08	0.20	0.41						
30.405	497.90		0.63	1.06	1.28	1.31	1.42	1.72						
30.550	499.30		-0.95	-0.52	-0.29	-0.22	-0.15	0.17						
30.605	497.70		0.59	1.01	1.24	1.27	1.38	1.38						
30.800	497.50		0.57	0.99	1.22	1.24	1.38	1.38						
31.000	497.10		0.74	1.19	1.43	1.40	1.60	1.60						
31.200	496.25		1.41	1.83	2.08	2.08	2.25	2.25						
31.400	496.90		0.51	0.93	1.18	1.18	1.36	1.36						
31.600	496.65		0.51	0.93	1.20	1.17	1.39	1.39						
31.800	496.40		0.46	0.81	1.08	1.08	1.29	1.30						
32.000	496.30		0.29	0.62	0.91	0.90	1.13	1.14						
32.200	495.85		0.46	0.78	1.08	1.08	1.33	1.34						
32.400	497.00		-1.00	-0.69	-0.34	-0.35	-0.05	-0.05						
32.570	496.10		-0.28	-0.01	0.39	0.39	0.72	0.72						

¹⁾ runT14: Absturz Altenbergsteg EHQ, andere Stege gemäss Verklauseungsszenario

4.3 Resultate: Wirkungsanalyse rechte Uferseite

26.08.20/runT12 und runT14

dz: Lage des massgebenden Wasserspiegels gegenüber der Ufer/Schutzkote (dz < 0: kein Ausbruch, dz > 0: Ausbruch)

Szenario	Uferkote													
	Schutzkote	Schutzkote	HQ30	HQ100	HQ300	HQ300	EHQ	EHQ	HQ30	HQ100	HQ300	HQ300	EHQ	EHQ
Abfluss			490	600	660	660	700	700	490	600	660	660	700	700
			dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz	dz
Massnahmen mit/ohne Verkl.	fest	mobil	fest ohne	fest ohne	fest ohne	fest mit	fest ohne	fest Absturz ¹⁾	mobil ohne	mobil ohne	mobil ohne	mobil mit	mobil ohne	mobil Absturz ¹⁾
km			m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.	m ü. M.
26.600	504.90		0.20	0.65	0.88	0.87	1.00	1.01						
26.729	504.70		0.23	0.70	0.93	0.92	1.05	1.06						
26.800	504.50		0.31	0.78	1.01	1.00	1.13	1.14						
27.000	504.05		0.53	1.00	1.23	1.17	1.35	1.31						
27.200	504.35		-0.17	0.29	0.53	0.51	0.67	0.66						
27.250	504.90		-0.80	-0.35	-0.12	-0.15	0.03	0.01						
27.334	505.00		-1.03	-0.55	-0.31	-0.29	-0.17	-0.13						
27.426	504.30		-0.55	-0.09	0.13	0.14	0.26	0.28						
27.519	503.70		-0.02	0.48	0.72	0.74	0.87	0.89						
27.579	504.19		-0.68	-0.30	-0.09	-0.09	0.02	0.03						
27.640	503.40		0.06	0.47	0.70	0.69	0.82	0.82						
27.700	503.20		0.09	0.54	0.78	0.79	0.91	0.93						
27.900	503.15		-0.26	0.22	0.45	0.48	0.58	0.62						
28.070	502.87		-0.29	0.21	0.46	0.47	0.57	0.60						
28.270	502.49		-0.28	0.21	0.46	0.51	0.60	0.65						
28.403	502.35		-0.36	0.18	0.44	0.48	0.56	0.62						
28.440	502.97		-1.02	-0.46	-0.21	-0.17	-0.09	-0.02						
28.547	501.60		0.16	0.76	1.01	1.02	1.13	1.17						
28.650	501.60		-0.33	0.18	0.45	0.41	0.55	0.54						
28.740	501.32		-0.22	0.18	0.48	0.48	0.61	0.61						
29.151	498.40		1.59	2.10	2.36	2.37	2.52	2.76						
29.234	498.75		1.18	1.70	1.97	1.97	2.14	2.37						
29.289	499.00		0.86	1.35	1.60	1.61	1.76	2.04						
29.361	499.20		0.57	1.09	1.34	1.36	1.49	1.77						
29.430	500.80		-1.00	-0.48	-0.21	-0.20	-0.06	0.22						
29.481	500.20		-0.46	0.06	0.33	0.34	0.49	0.77						
29.539	499.85		-0.18	0.33	0.60	0.61	0.76	1.06						
29.591	499.80		-0.18	0.31	0.58	0.59	0.75	1.09						
29.640	500.17		-0.71	-0.24	0.03	0.04	0.19	0.52						
29.704	499.55	500.08	-0.18	0.29	0.54	0.55	0.70	1.06	-0.71	-0.24	0.01	0.02	0.17	0.53
29.743	499.55	500.09	-0.16	0.31	0.57	0.59	0.73	1.09	-0.70	-0.23	0.03	0.05	0.19	0.55
29.753	500.34		-0.89	-0.44	-0.19	-0.18	-0.03	0.26						
29.837	499.44	499.63	-0.07	0.36	0.58	0.60	0.73	0.98	-0.26	0.17	0.40	0.42	0.54	0.80
30.003	499.23	499.41	-0.05	0.36	0.57	0.60	0.71	0.94	-0.23	0.18	0.39	0.42	0.53	0.76
30.208	498.94		-0.20	0.26	0.48	0.51	0.63	0.84						
30.405	499.13		-0.60	-0.17	0.05	0.08	0.19	0.49						
30.550	498.55		-0.19	0.24	0.47	0.53	0.61	0.93						
30.605	498.48		-0.19	0.23	0.46	0.49	0.60	0.60						
30.800	498.08		-0.01	0.42	0.65	0.66	0.81	0.80						
31.000	497.30		0.54	0.99	1.23	1.20	1.40	1.40						
31.200	497.00		0.61	1.03	1.28	1.28	1.45	1.45						
31.400	496.70		0.66	1.08	1.33	1.33	1.51	1.51						
31.600	496.40		0.71	1.13	1.40	1.37	1.59	1.59						
31.800	496.40		0.46	0.81	1.08	1.08	1.29	1.30						
32.000	496.15		0.44	0.77	1.06	1.05	1.28	1.29						
32.200	496.20		0.11	0.43	0.73	0.73	0.98	0.99						
32.400	495.95		0.05	0.36	0.71	0.70	1.00	1.00						
32.570	495.30		0.52	0.79	1.19	1.19	1.52	1.52						

¹⁾ runT14: Absturz Altenbergsteg EHQ, andere Stege gemäss Verklauseungsszenario

Anhang B

2D-Überflutungsmodellierungen Marzili / Matte

2D – Überflutungsmodellierungen Marzili / Matte

1 Software und Rechenmodelle

Für die zweidimensionale Überflutungsberechnung für die Gebiete Marzili und Matte wird das Programm FLUMEN V2.0 eingesetzt. FLUMEN ermittelt die von der Überflutung betroffenen Flächen und berechnet für jeden Netzknoten in Abhängigkeit der Zeit die Parameter Wassertiefe und Fliessgeschwindigkeit und daraus resultierend die Überflutungsintensitäten.

Grundlage für die Erstellung der Rechenmodelle bilden die im Rahmen der Gefahrenkarte Aareraum 2008 erstellten 2D-Überflutungsmodelle für das Marzili und die Matte. Die Perimeter dieser Überflutungsmodelle werden unverändert übernommen (vgl. folgende Abbildung). Die Gebäude werden in den Modellen ausgespart, also als nicht durchflossen angenommen.



Abbildung 1: Übersicht Perimeter und Rechnernetze 2D-Modelle Marzili (links), Matte (rechts)

Die Rechnernetze werden entsprechend der im Rahmen des Projekts „Hochwasserschutz Aare Bern, Gebietsschutz Quartiere an der Aare“ geplanten Schutzmassnahmen entlang der Aare angepasst. Die Parameter bezüglich Oberflächenrauigkeit werden unverändert übernommen. In beiden Modellen kommen sowohl für Grünflächen als auch befestigte Flächen ein Stricklerwert von $30\text{m}^{1/3}/\text{s}$ zur Anwendung.

2 Randbedingungen

2.1 Modelleichung (Gefahrenkarte 2008)

Als Randbedingungen für die 2D-Überflutungsmodellierungen sind folgend Parameter festzulegen:

- Zufluss („Inflow“): aus der Aare ins Modell ausufernde Wassermenge, resp. am Modellrand einströmendes Wasser im Bereich von Schwachstellen (tiefliegende Ufer, Öffnungen, etc.)
- Abfluss („Outflow“): Wasserspiegellagen der Aare am Modellrand. Diese bestimmen die am Modellrand austretende Wassermenge

Zur Festlegung der Randbedingungen wurden die Rechenmodelle Marzili und Matte im Rahmen der Überflutungsmodellierungen zur Gefahrenkarte 2008 an den Hochwasser-

spuren des Hochwasserereignisses August 2005 geeicht. Bei der Modelleichung wurden die Randbedingungen im Modell-Zufluss (Abflussganglinien) örtlich und quantitativ so lange variiert, bis eine genügend gute Übereinstimmung mit beobachteten Messwerten (Wasserspiegellagen, Abflusstiefen, Prozessflächen) erreicht wurde. Dies wurde für das Vergleichsereignis Hochwasser `05 (Aare-Abfluss ca. 600 m³/s, entspr. HQ₁₀₀, vgl. *Abbildung 2*) bei folgenden Modell-Inflows erreicht:

- Marzili: 53 m³/s, verteilt über Uferbereich Schönausteg - Schwanenmätteli
- Matte: 42 m³/s im Bereich des Tychs (links, unten, rechts)

2.2 Randbedingungen 2D-Modelle Gefahrenkarte nach Massnahmen

Massgebliche Wasserspiegel Wsp“ und Schwachstellen

Zur Festlegung der Randbedingungen im Rahmen der Modellierungen für die Gefahrenkarte nach Massnahmen, werden die für die Gefahrenbeurteilung massgeblichen Wasserspiegellagen Wsp“ beigezogen (vgl. auch Anhang A). Der Vergleich der Wasserspiegellagen Wsp“ mit der Uferkote (Schutzkote, wo Projektmassnahmen realisiert werden) zeigt auf, ob auf dem entsprechenden Abschnitt eine Schwachstelle aufgrund ungenügender Gerinnekapazität vorhanden ist und Wasser austritt (vgl. Anhang A).

Die Randbedingungen werden unter Berücksichtigung der Gefahrenbeurteilung nach Methode Naturgefahrenkarte resp. nach Methode Risikobeurteilung wie folgt festgelegt:

Methode Gefahrenbeurteilung	Inflow	Outflow
Naturgefahrenkarte NGK	<ul style="list-style-type: none"> • Q_x bei Schwachstellen im Uferbereich (Ufer tiefer als Wasserspiegel) • Q_x bei Öffnungen mit mobilen Schutzsystemen (Annahme System nicht eingesetzt) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wsp“, dort wo Wasserspiegel höher als Uferschutzmassnahme / Uferbereich ohne Schutz • Wsp“ bei mobilen Durchlässen
Risikobeurteilung RSK	<ul style="list-style-type: none"> • Q_x bei Schwachstellen im Uferbereich (Ufer tiefer als Wasserspiegel) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wsp“, dort wo Wasserspiegel höher als Uferschutzmassnahme / Uferbereich ohne Schutz

Tabelle 1: Randbedingungen für 2D-Modellierungen nach Methoden NGK / Risiko

Ausbruchs-Szenarien: Modell-Input

Die aus der Aare ausufernden Wassermengen Q_x, welche an den ermittelten Schwachstellen in die Modellperimeter eintreten können, werden unter Beizug der Wasserspiegel Wsp“ anhand der Überfallformel nach Poleni abschnittsweise ermittelt (Ausbruchs-Szenarien vgl. Beilage). Diese Überfallwerte stellen die maximale Ausuferungswassermenge Q_{x_Max} bei „Höchst-Stand“ der Aare dar. Zur Modellierung des zeitlichen Verlaufs, werden in Anlehnung ans Hochwasser `05 vereinfachte Ausuferungsganglinien mit einem aufsteigenden und abfallenden Ast von t = 0.5 h und einem konstanten Abfluss von Q_{x_Max} über eine Zeit von t_{Q_{x_Max}} = 5 h festgelegt. Die modellierte Gesamt-Laufzeit beträgt somit für alle Wiederkehrperioden 6h. Wie aus *Abbildung 2* ersichtlich, hielt beim Hochwasser `05 die Abflussspitze von 600 m³/s während ca. 6 Stunden an (2:00 - 8:00 Uhr 23.08.2005).

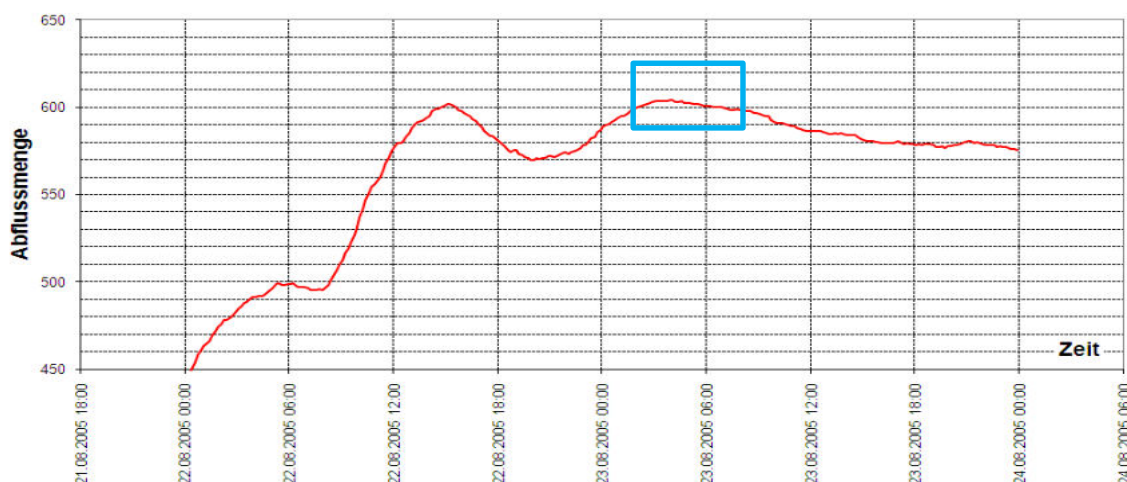


Abbildung 2: Ganglinie Hochwasser 22./23. Aug. 2005, Maximum im blauen Quadrat.

Die bei Schwachstellen ermittelten Ausuferungswassermengen werden gemäss Schwachstellenanalyse an verschiedenen Orten in die 2D-Modelle eingespiessen.

Perimeter 2D-Modellierung / Abschnitt		Ausbruchsszenarien 2D-Modellierungen	
		Naturgefahrenkarte NGK	Risikobeurteilung RSK
Marzili	Schönausteg - Gaswerk	<ul style="list-style-type: none"> Ausuferungen Uferbereich ab HQ₃₀, Schutzmassn. ab Sportplatz Schönau mit Geländeanpassung im Modell berücksichtigt Schutzmassn. ab EHQ über/umströmt 	<ul style="list-style-type: none"> Ausuferungen Uferbereich ab HQ₃₀, Schutzmassn. ab Sportplatz Schönau mit Geländeanpassung im Modell berücksichtigt Schutzmassn. ab EHQ über/umströmt
	Spielwiese oberhalb Marzili	<ul style="list-style-type: none"> Ausuferungen Uferbereich ab HQ₃₀, Schutzmauer im Modell berücksichtigt, Tor permanent geschlossen 	<ul style="list-style-type: none"> Ausuferungen Uferbereich ab HQ₃₀, Schutzmauer im Modell berücksichtigt
	Dampfzentrale	<ul style="list-style-type: none"> Ausuferungen ab HQ₃₀ bei Zugang mit mobilem HWS bei EHQ Schutzmauer überströmt 	<ul style="list-style-type: none"> keine Ausuferungen bis HQ₃₀₀, bei EHQ Schutzmauer überströmt
	Marzilibad	<ul style="list-style-type: none"> Ausuferungen ab HQ₃₀ bei Zugang mit mobilem HWS (2x oben, 1x oberh. Bueber) bei EHQ Schutzmauer überströmt 	<ul style="list-style-type: none"> keine Ausuferungen bis HQ₃₀₀, bei EHQ Schutzmauer überströmt
	Schwanenmätteli	<ul style="list-style-type: none"> Ausuferungen ab HQ₃₀ bei Zugang mit mobilem HWS (2x) bei EHQ Schutzmauer überströmt 	<ul style="list-style-type: none"> keine Ausuferungen bis HQ₃₀₀, bei EHQ Schutzmauer überströmt
Matte	Aarstr. / Tych	<ul style="list-style-type: none"> keine Ausuferungen 	<ul style="list-style-type: none"> keine Ausuferungen
	Schutzmauer Matte (inkl. Gebäude Gerberngasse 1-3):	<ul style="list-style-type: none"> Ausuferungen ab HQ₁₀₀ (ohne mob. Massn.), Unterhaltsweg geflutet, Wasser tritt an verschiedenen Stellen in die Matte ein 	<ul style="list-style-type: none"> keine Ausuferungen bis EHQ unter Berücksichtigung mobiler Massnahmen

Tabelle 2: Randbedingungen „Inflow“ für 2D-Modellierungen nach Methoden NGK / Risiko

3 Rechenläufe

Nach Auflistung der Ausbruchsstellen gemäss *Tabelle 2* werden folgende Rechenläufe durchgeführt:

- Marzili
 - Methode NGK: HQ₃₀ – EHQ (Lauf 1 – Lauf 4)
 - Methode RSK: HQ₃₀ – EHQ (Lauf 11 – Lauf 14)
- Matte
 - Methode NGK: HQ₁₀₀ – EHQ (Lauf

Die Ausbruchs-Wassermengen Q_x („Inflows“) für die verschiedenen Rechenläufe sowie die Ausuferungsstellen, resp. „Eintritts-Stellen“ ins Modell sind aus folgenden Tabellen ersichtlich.

Inflow			Ausbruchsszenarien Q_x [m ³ /s]							
			Rechenläufe Methode NGK				Rechenläufe Methode RSK			
			Lauf 11	Lauf 12	Lauf 13	Lauf 14	Lauf 1	Lauf 2	Lauf 3	Lauf 4
Ort	Bez. 2D-Modell	QP [km]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ
Schönausteg	In9	27.334	5.0	5.0	5.0	10.0	5.0	5.0	5.0	10.0
uh Sportanlage	In1	27.519		5.0	5.0	8.0		5.0	5.0	8.0
Gaswerkareal	In7	27.700		10.0	10.0	15.0		10.0	10.0	15.0
oh. Monbijoubücke	In2	27.800		10.0	10.0	15.0		10.0	10.0	15.0
Spielwiese	In3	27.950	5.0	5.0	10.0	10.0	5.0	5.0	10.0	10.0
mob. HWS Dampzentrale	In10	27.950	1.0	4.5	6.0	7.5				
Marzili oben	In4	28.070				10.0				10.0
mob. HWS Marzili	In11	28.070	0.8	3.5	5.0	6.0				
Marzili unten	In6	28.270				10.0				10.0
mob HWS oh. Bueber	In12	28.270	0.5	1.5	3.0	4.5				
oh Dalmazibücke	In8	28.403				5.0				5.0
uh Dalmazibücke	In5	28.440				5.0				5.0
mob. HWS Schwanenmätteli	In13	28.403		0.5	1.5	2.0				
mob. HWS Schwanenmätteli	In14	28.490		0.5	1.5	2.0				
Q Total			12.3	45.5	57.0	110.0	10.0	35.0	40.0	88.0

Tabelle 3: 2D-Modell Marzili: Rechenläufe und Randbedingungen „Inflow“

Inflow			Ausbruchsszenarien Qx [m ³ /s]		
			Rechenläufe Methode NGK		
			Lauf 2	Lauf 4	Lauf 7
Ort	Bez. 2D-Modell	QP [km]	HQ100	HQ300	EHQ
Kupferhammer	In1	29.256	0.0	0.0	4.0
Cinematte	In2	29.356	0.0	2.0	4.0
Wasserwerkgasse	In3	29.520	10.0	20.0	50.0
Oh Nydeggerbr	In4	29.630	0.0	1.0	3.0
Uh Nydeggerbr	In5	29.653	0.0	0.5	1.0
Q Total			10.0	23.5	62.0

Tabelle 4: 2D-Modell Matte: Rechenläufe und Randbedingungen „Inflow“

4 Resultate

Die Resultate oben aufgeführter Rechenläufe werden in flumen direkt als Abflussintensitäten ausgegeben (Verschnitt der Parameter Fließgeschwindigkeit x Fliesstiefe erfolgt in flumen). Die aufgrund der Dreiecksvermaschung eckigen Intensitätsflächen aus der 2D-Modellierung werden arrondiert und die Übergangsbereiche zu den gutachterlich beurteilten Intensitätsflächen angeglichen (vgl. *Abbildung 3*). Die Resultate für die Gebiete Marzili und Matte sind aus den Intensitätskarten in Anhang C/ D ersichtlich.

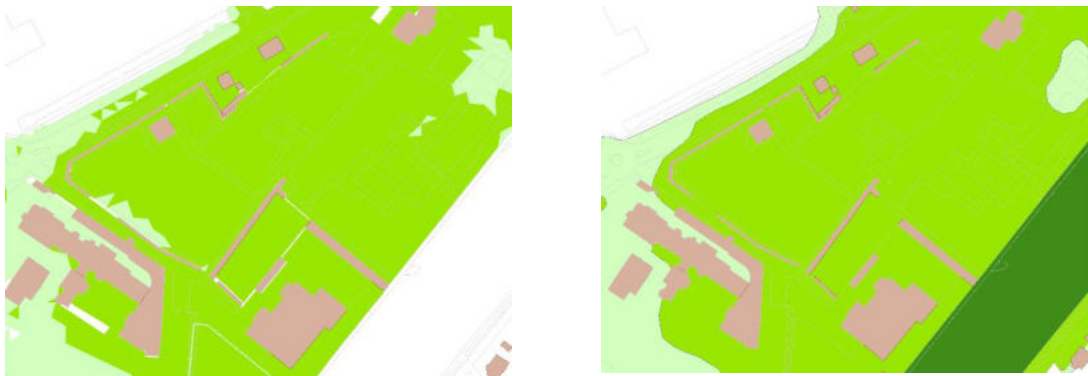


Abbildung 3: Intensitätskarte roh aus 2D-Modell (links), arrondiert / geglättet (rechts)

Anhang C

Intensitätskarten nach Massnahmen Methode Gefahrenkarte

Intensitätskarte HQ30

Intensitätskarte HQ100

Intensitätskarte HQ300

Intensitätskarte EHQ

HWS Aare Bern
Gefahrenkarte nach Massnahmen: M 1:8'000

Intensitätskarte, Methode Naturgefahrenkarte:
HQ30

Legende

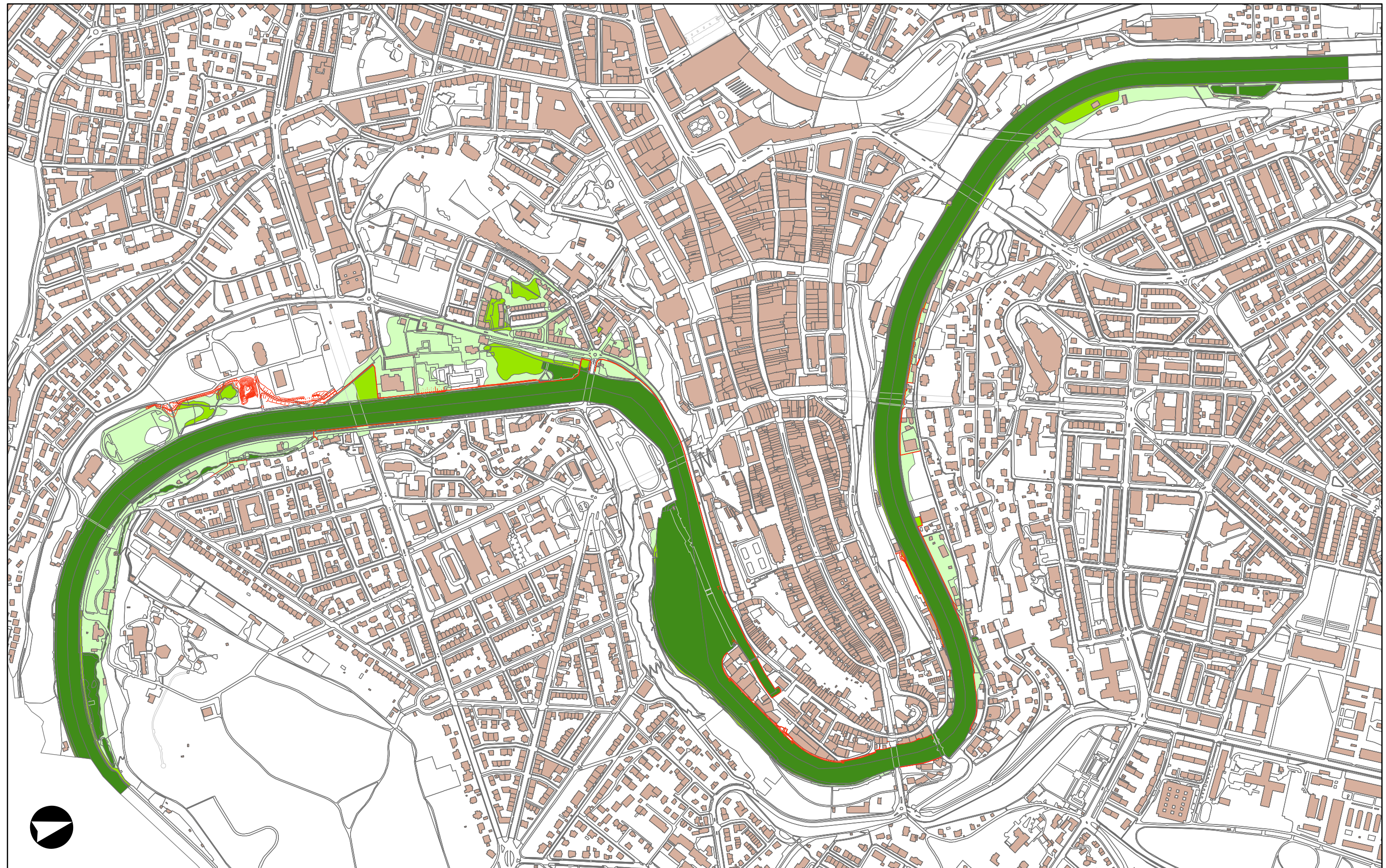
- HWS-Massnahmen
- Gebäude (AVR)

Intensität

- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

0 250 500 1'000
Meter

AVR © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 6.073.19/GK_n_Massn_IKs_Aug2020.mxd
Plot-Datum: 17.11.2020, sc



HWS Aare Bern
Gefahrenkarte nach Massnahmen: M 1:8'000

Intensitätskarte, Methode Naturgefahrenkarte:
HQ100

Legende

- HWS-Massnahmen
- Gebäude (AVR)

Intensität

- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

0 250 500 1'000
Meter

AVR © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 6.073.19/GK_n_Massn_IKs_Aug2020.mxd
Plot-Datum: 17.11.2020, sc



HWS Aare Bern
Gefahrenkarte nach Massnahmen: M 1:8'000

Intensitätskarte, Methode Naturgefahrenkarte:
HQ300

Legende

- HWS-Massnahmen
- Gebäude (AVR)

Intensität

- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

0 250 500 1'000
Meter

AVR © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 6.073.19/GK_n_Massn_IKs_Aug2020.mxd
Plot-Datum: 17.11.2020, sc



HWS Aare Bern
Gefahrenkarte nach Massnahmen: M 1:8'000

Intensitätskarte, Methode Naturgefahrenkarte:
EHQ

Legende

- HWS-Massnahmen
- Gebäude (AVR)

Intensität

- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

0 250 500 1'000
Meter

AVR © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 6.073.19/GK_n_Massn_IKs_Aug2020.mxd
Plot-Datum: 17.11.2020, sc



Anhang D

Intensitätskarten nach Massnahmen Methode Risikoanalyse

Intensitätskarte HQ30

Intensitätskarte HQ100

Intensitätskarte HQ300

Intensitätskarte EHQ

HWS Aare Bern
Gefahrenkarte nach Massnahmen: M 1:8'000
Intensitätskarte, Methode Risikoanalyse
HQ30

Legende

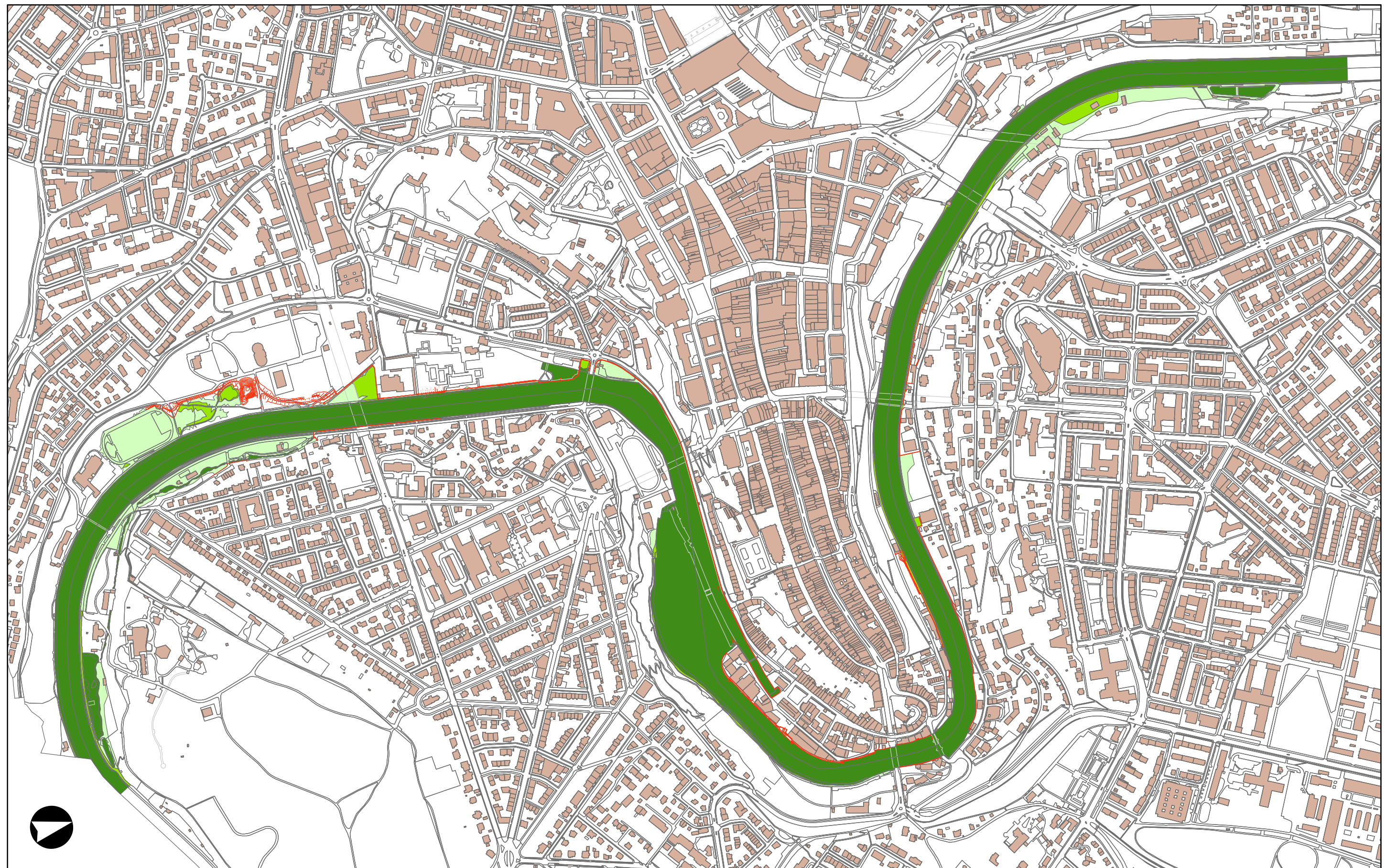
- HWS-Massnahmen
- Gebäude (AVR)

Intensität

- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

0 250 500 1'000
Meter

AVR © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 6.073.19/GK_n_Massn_IKs_Aug2020.mxd
Plot-Datum: 17.11.2020, sc



HWS Aare Bern
Gefahrenkarte nach Massnahmen: M 1:8'000
Intensitätskarte, Methode Risikoanalyse
HQ100

Legende

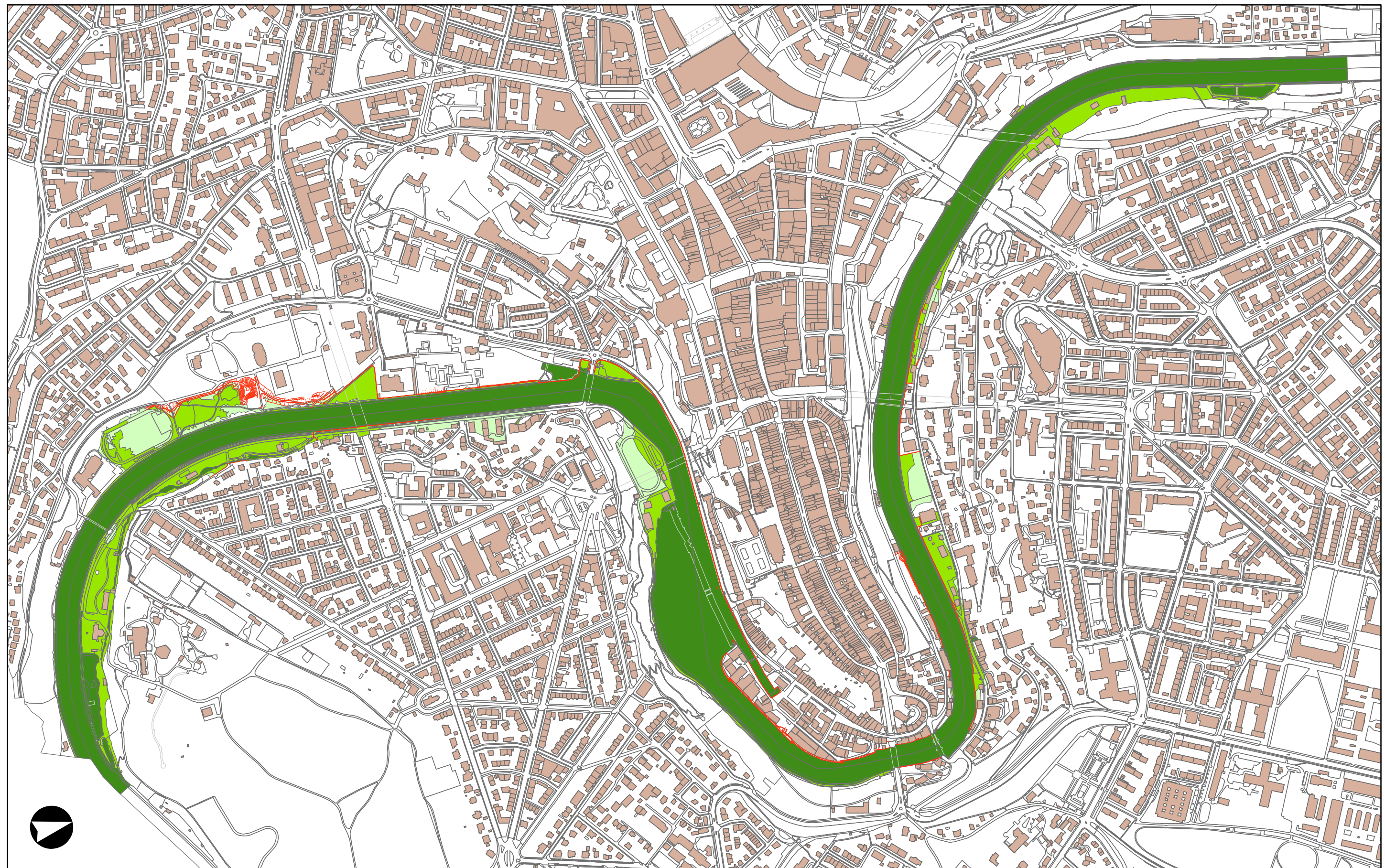
- HWS-Massnahmen
- Gebäude (AVR)

Intensität

- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

0 250 500 1'000
Meter

AVR © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 6.073.19/GK_n_Massn_IKs_Aug2020.mxd
Plot-Datum: 17.11.2020, sc



HWS Aare Bern
Gefahrenkarte nach Massnahmen: M 1:8'000
Intensitätskarte, Methode Risikoanalyse
HQ300

Legende

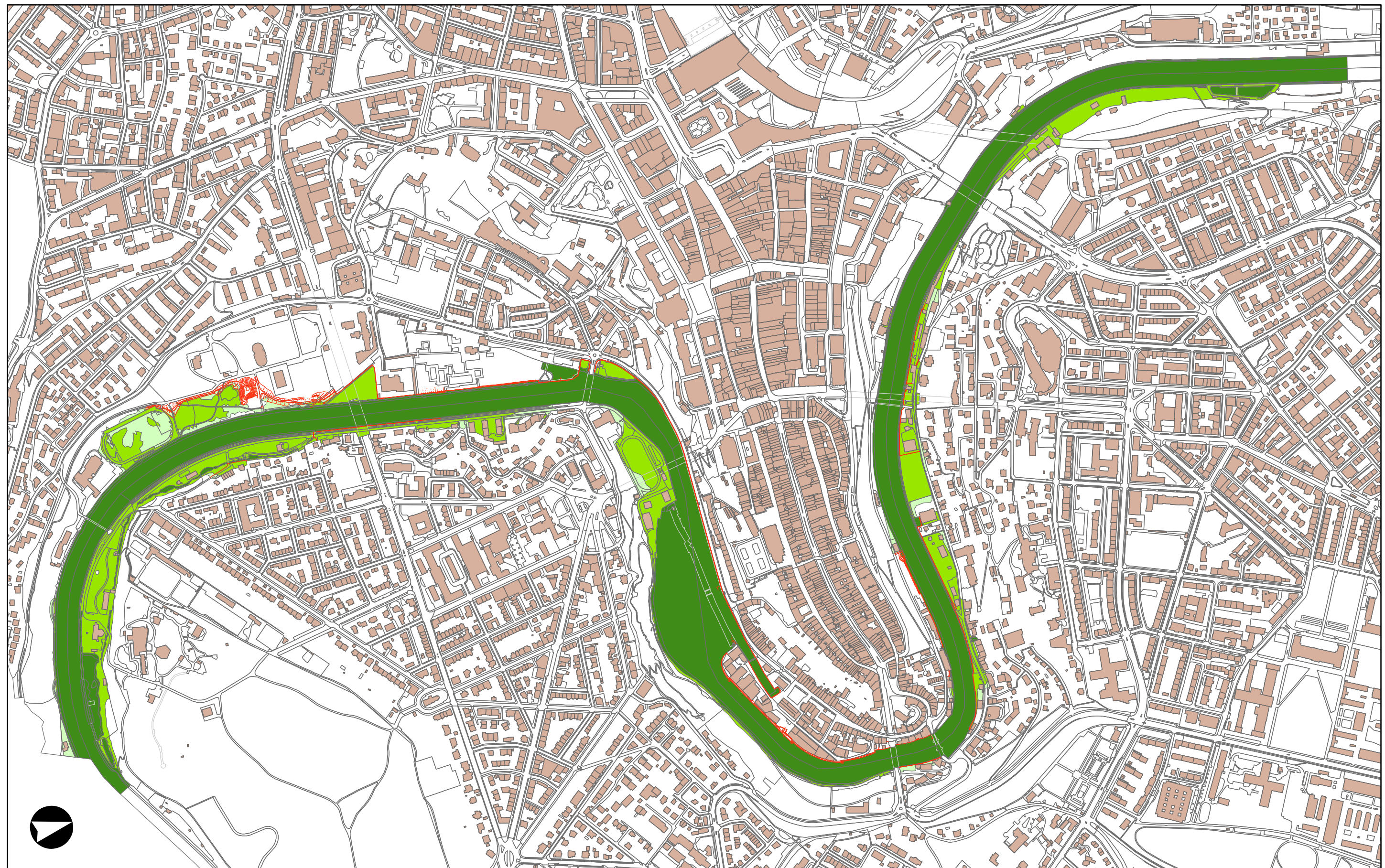
- HWS-Massnahmen
- Gebäude (AVR)

Intensität

- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

0 250 500 1'000
Meter

AVR © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 6.073.19/GK_n_Massn_IKs_Aug2020.mxd
Plot-Datum: 17.11.2020, sc



HWS Aare Bern
Gefahrenkarte nach Massnahmen: M 1:8'000
Intensitätskarte, Methode Risikoanalyse
EHQ

Legende

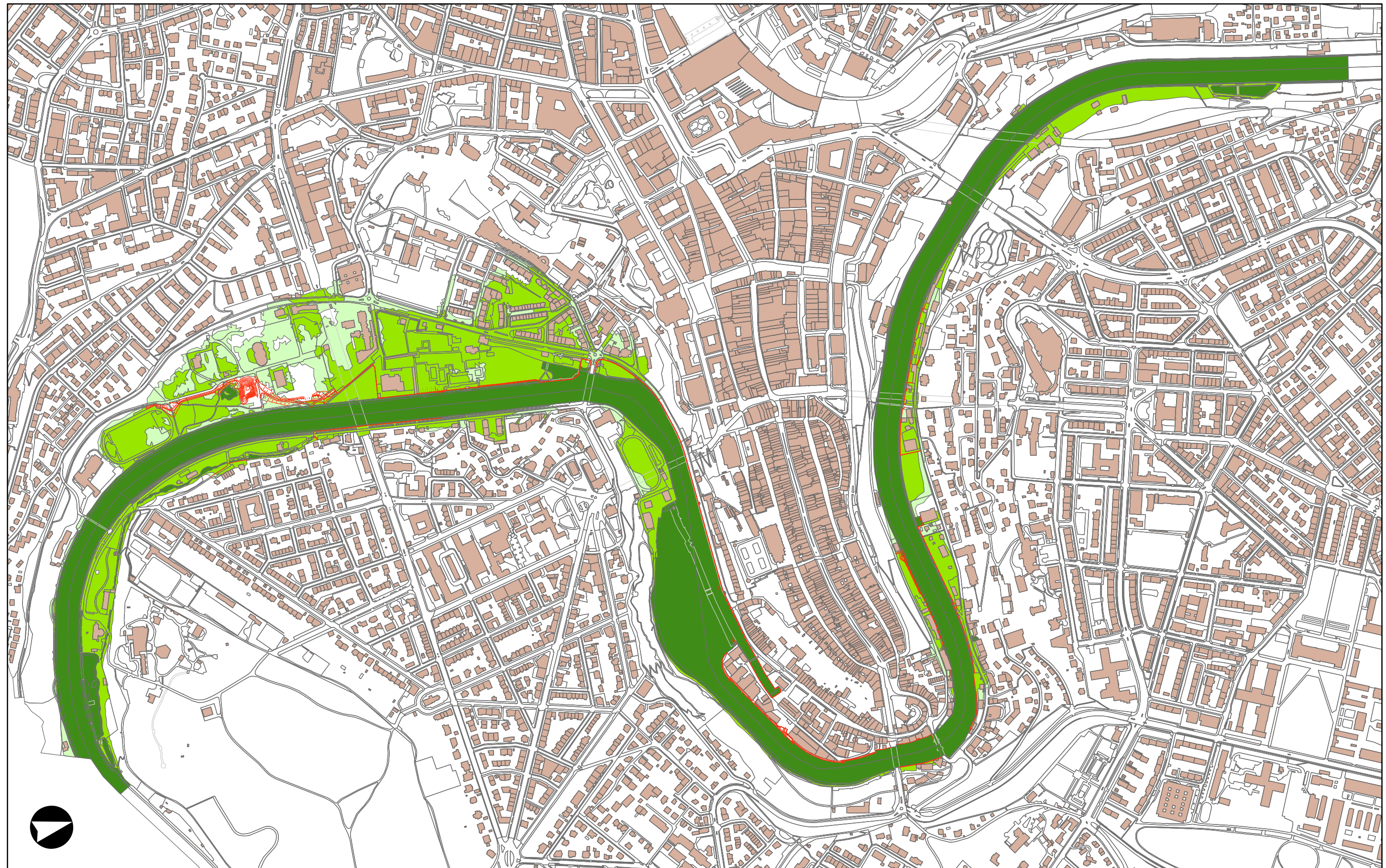
- HWS-Massnahmen
- Gebäude (AVR)

Intensität

- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

0 250 500 1'000
Meter

AVR © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 6.073.19/GK_n_Massn_IKs_Aug2020.mxd
Plot-Datum: 17.11.2020, sc



Anhang E

Gefahrenkarte nach Massnahmen (Verschnitt Intensitätskarten Methode Naturgefahrenkarte, Anhang C)

HWS Aare Bern
Gefahrenkarte nach Massnahmen: M 1:8'000

Gefahrenkarte
(Verschnitt Intensitätskarten Methode Naturgefahrenkarte)

Legende

- HWS-Massnahmen
- Gebäude (AVR)

Gefahrenstufe

- Erhebliche Gefährdung
- Mittlere Gefährdung
- Geringe Gefährdung
- Restgefährdung

0 250 500 1'000
Meter

AVR © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 6.073.19/GK_n_Massn_Aug2020.mxd
Plot-Datum: 17.11.2020, sc

